

20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

**"ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA LA  
SINTESIS DE ACIDO FENILACETICO Y  
ALGUNOS DE SUS DERIVADOS"**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**I N G E N I E R O Q U I M I C O**  
**P R E S E N T A**  
**JOSE GONZALO CORTES GARCIA**



1 9 8 7



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

### Introducción.

#### Capítulo 1. Generalidades.

- 1.1. Química de los ácidos carboxílicos, nitrilos y ésteres.
- 1.2. Síntesis de los productos.

#### Capítulo 2. Estudio de mercado.

- 2.1. Especificaciones del producto.
- 2.2. Usos.
- 2.3. Mercado del producto.
- 2.4. Disponibilidad de las materias primas.
- 2.5. Importación y exportación de productos.
- 2.6. Perfil de mercado.

#### Capítulo 3. Macroeconomía y Microeconomía.

- 3.1. Aspecto macroeconómico.
- 3.2. Aspecto microeconómico.

#### Capítulo 4. Estudio Preliminar de Ingeniería.

- 4.1. Balance de materiales.
- 4.2. Balance de energía.
- 4.3. Estimación de los equipos requeridos.

#### Capítulo 5. Aspecto Administrativo.

- 5.1. Estimación de las inversiones.
- 5.2. Estimación de los costos directos de operación.
- 5.3. Estimación de los costos indirectos de operación.

#### Capítulo 6. Aspecto Contable

- 6.1. Estimación del Balance General proforma.
- 6.2. Estimación del Estado de Resultados proforma.
- 6.3. Formato de cálculo.

#### Capítulo 7. Aspecto Financiero.

- 7.1. Evaluación financiera.
- 7.2. Sensibilidad del proyecto.

#### Apéndice.

#### Bibliografía.

**INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

En el presente trabajo se efectuó un análisis técnico y económico para la preparación de los productos químicos: ácido fenilacético y fenilacetato de etilo. La idea inicial se derivó de una investigación realizada en forma general acerca de diversas materias primas y productos terminados utilizados en la manufactura de esencias, sabores y perfumes que se importaban hasta el año de 1984. De ellos, se decidió elaborar un estudio técnico-económico para los dos productos químicos antes mencionados en base a los siguientes aspectos:

- La disponibilidad interna de las materias primas necesarias.
- Las características propias de los procesos tal como el número y tipo de operaciones unitarias necesarias.
- La magnitud y tipo de mercado por satisfacer.
- El valor de la inversión inicial requerida.

Adicionalmente a la conveniencia económica que en general presentan los proyectos enfocados hacia la sustitución de importaciones, factor también aquí considerado, se tomó en cuenta la función social que podría representar el llevarlo a cabo.

El estudio técnico-económico se inició con el análisis de las diversas técnicas de preparación de los productos a nivel laboratorio los cuales requirieron de varias etapas de síntesis, sin embargo tanto el ácido fenilacético como el fenilacetato de etilo se obtuvieron relativamente fácil por lo que no se necesitó de operaciones unitarias complejas o equipos

especiales como se observa en el estudio preliminar de ingeniería aquí elaborado.

Utilizando los resultados obtenidos en el estudio de mercado efectuado en el capítulo 2, se fijaron los volúmenes de producción, los requerimientos de materias primas y el perfil de precios de los productos, estimándose posteriormente las variables económicas más importantes del proyecto.

Se elaboraron además los estados financieros Balance General y Estado de Resultados Pro-forma para el periodo del año de 1988 a 1997 a partir de los cuales, se establecieron las relaciones financieras apropiadas para evaluar económicamente el proyecto recurriéndose para ello a la aplicación de los criterios de evaluación: Flujos de Caja, Valor Presente Neto y Tasa Interna de Recuperación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el proyecto de inversión resultó conveniente para los volúmenes de producción y para las diversas estimaciones económicas aquí consideradas.

La precisión en la estimación de algunas cifras aquí utilizadas tal vez no sea la adecuada aunque la diversidad de los aspectos aquí tratados, sobre todo de tipo económicos, permite balancear los efectos a favor o en contra del proyecto de tal forma que sea posible la realización del mismo.

**CAPITULO 1. GENERALIDADES.**

**1.1. Química de los ácidos carboxílicos,  
nitrilos y ésteres.**

**1.2. Síntesis de los productos.**

CAPITULO I  
GENERALIDADES

1.1. Química de ácidos carboxílicos, nitrilos y ésteres.

1.1.0. Dentro del estudio de la química orgánica, el campo de aplicación resulta muy extenso debido a la gran variedad de reacciones que pueden efectuarse con cada uno de los compuestos orgánicos existentes, sean de origen natural o preparados por métodos sintéticos. Es por este último método por el cual se ha logrado producir una amplia cantidad de especies químicas que en muchas ocasiones sustituyen a aquellas que son insuficientemente obtenidas a partir de fuentes naturales, tal es el caso del ácido fenilacético (un ácido carboxílico preparado por vía nitrilos por ejemplo) y sus diversos ésteres. Algunas características así como algunos métodos de síntesis para los ácidos carboxílicos, nitrilos y ésteres son los siguientes:

1.1.1. Ácidos carboxílicos.- Este tipo de compuestos químicos poseen en particular una estructura definida, llamado también grupo funcional, caracterizada por la estructura  $\text{RCOOH}$  de tipo polar en la que la literal R indica la naturaleza de un grupo o parte de una molécula unida al grupo carboxilo  $\text{COOH}$ . Este grupo R en los ácidos carboxílicos es muy amplio por lo que éstos se han clasificado en forma general en:

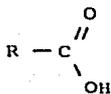
monocarboxílicos alifáticos

bicarboxílicos alifáticos

aromáticos

insaturados

su estructura general desarrollada es:



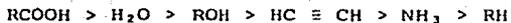
De la estructura anterior debe observarse la presencia de un ión  $\text{H}^+$  el cual le confiere a la molécula un ligero carácter ácido, esta fuerza ácida tanto en los ácidos carboxílicos como en los de tipo mineral ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , etc.) depende del grado de disociación del ión  $\text{H}^+$  con respecto al resto de la molécula específica es decir, de la concentración de protones que se origine en la misma, y se expresa en función de la constante de acidez  $K_a$ . De esta forma la comparación cuantitativa entre las sustancias ácidas se efectúa en base al valor de su constante  $K_a$  característica.

En general los ácidos carboxílicos muestran un menor carácter ácido que los de tipo mineral, aunque son de naturaleza más ácida que el agua como se observa de los siguientes valores de  $K_a$ :

ácido	$K_a \times 10^{-5}$
propiónico	1.5
acético	1.75
fenilacético	4.9
benzóico	6.17
fórmico	17.8
sulfúrico	1000
agua	$1 \times 10^{-11}$

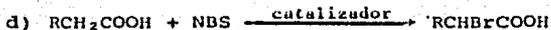
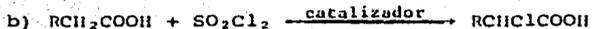
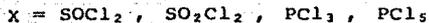
Una comparación cualitativa con respecto a otras especies químicas es la siguiente:

acidez relativa



Propiedades químicas.- Tanto la existencia de un hidrógeno ácido como en general del grupo COOH hacen de los ácidos carboxílicos una especie química muy reactiva, así pues éstos pueden ser reducidos hasta alcoholes, formar derivados halogenados, formar ésteres, y al igual que los ácidos de tipo mineral formar sales. De estas reacciones, las de mayor importancia son las que producen derivados halogenados y ésteres.

La halogenación de un ácido carboxílico produce básicamente dos tipos de haloácido dependiendo de la especie halogenante utilizada, algunas alternativas de reacción son las siguientes:

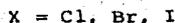
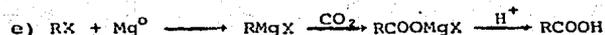
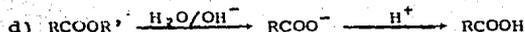
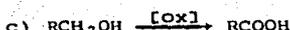
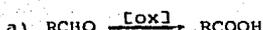


Para estas reacciones el utilizar una u otra especie halogenante, la presencia o ausencia de un catalizador, así como las condiciones de reacción hacen posible el obtener la

halogenación directa sobre el grupo carboxilo o sobre un hidrógeno en posición alfa con respecto al grupo carboxilo (reacción de Hell-Volhard-Zelinsky), de éstas el alfa-haloácido obtenido es un producto intermedio útil en la preparación de otros compuestos importantes (p. ej. alfa-aminoácidos).

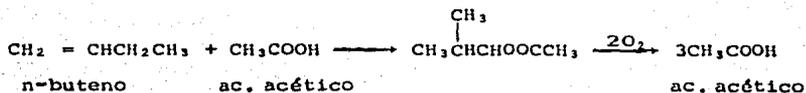
Por lo que respecta a los ésteres, este tipo de compuestos será citado posteriormente.

Preparación de ácidos carboxílicos.- En general los ácidos carboxílicos se pueden obtener por diversos métodos de oxidación e hidrólisis de sustancias químicas o por métodos de poco interés económico como lo es por ejemplo a partir de compuestos organometálicos. Las reacciones son normalmente efectuadas en fase líquida y en forma condensada algunas de ellas son (1):



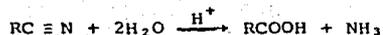
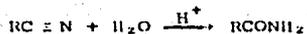
Los ácidos carboxílicos también se obtienen por la oxidación catalítica de gas de síntesis utilizando para ello

catalizadores metálicos del tipo Rutenio-Oro lo que lo hace un proceso incosteable. Existen además otros métodos de síntesis muy específicos para preparar ácidos carboxílicos en particular, como por ejemplo (2):



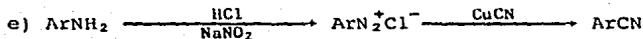
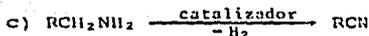
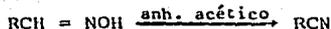
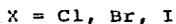
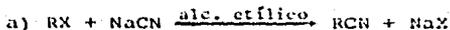
El uso de cada una de estas reacciones de preparación depende del tipo de reactivo del cual se parte y del producto que se desea obtener, aunque en la elección del tipo de reacción por utilizar también es necesario considerar los aspectos del rendimiento y condiciones de reacción.

1.1.2. Nitrilos.- La estructura general de este tipo de compuestos es de la forma RCN en la que existe un triple enlace entre el átomo de carbono y el de nitrógeno,  $\text{C} \equiv \text{N}$ . La existencia de esta triple ligadura hace que los nitrilos presenten en general reacciones de adición y de las cuales la más importante es la adición de agua para obtenerse una amida o un ácido carboxílico como a continuación se muestra:



Además de la adición de agua, los nitrilos pueden adicionar hidrógeno o efectuar la reacción de Grignard para obtenerse una amina y una cetona respectivamente.

Preparación de nitrilos.- Los nitrilos como reactivos para la preparación de otros compuestos químicos importantes, pueden obtenerse por diversos métodos tales como: a) por reacción entre compuestos halogenados y cianuros metálicos, b) por deshidratación de amidas y oximas, c) por deshidrogenación de aminas, d) por adición de ácido cianhídrico a compuestos insaturados, e) por reemplazamiento de sales de diazonio, etc., en forma condensada las reacciones son las siguientes:



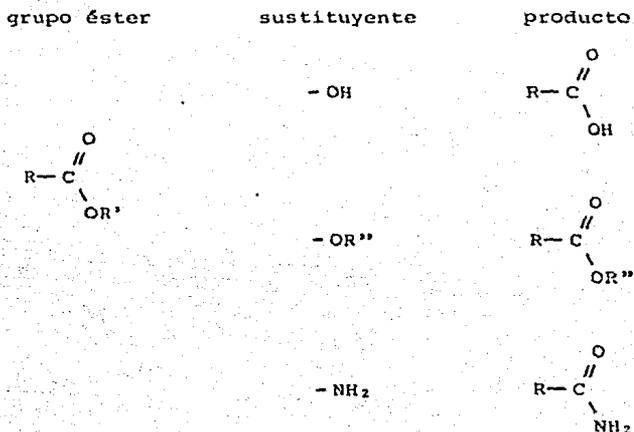
Ar = grupo aromático

Un resumen más completo de los métodos de preparación de nitrilos y ácidos carboxílicos, así como de ésteres puede consultarse en la literatura existente (3).

1.1.3. Esteres.- Este tipo de compuestos químicos pueden considerarse como derivados de los ácidos carboxílicos en los que se ha sustituido el radical OH por el radical OR' para obtenerse la estructura general de los ésteres, ROOR'. Existen

en gran volumen por lo general formando mezclas en grasas y aceites de tipo vegetal y animal en composición muy variable, y son además obtenidos en forma relativamente fácil por medios sintéticos.

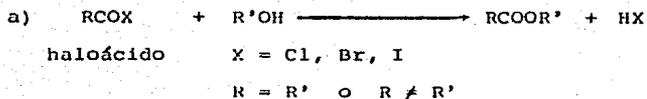
Propiedades químicas.- De acuerdo a la estructura que muestran los ésteres, el tipo de reacción que presentan es de sustitución nucleofílica  $S_N$  en la que el radical  $-OR'$  puede ser reemplazado por los radicales  $-OH$ ,  $-OR''$  o  $-NH_2$  como se observa a continuación.



Los ésteres reaccionan además con sustancias reductoras tales como  $FeCl_2$ ,  $H_2/Ni$ ,  $Na$ ,  $Zn$ , etc., para dar el alcohol correspondiente o bien pueden refluirse con una disolución fuertemente alcalina (saponificación) para obtenerse la forma salina del éster, un jabón. A pesar de que son

insolubles en agua, los ésteres pueden ser hidrolizados a una temperatura apropiada para producir un ácido carboxílico y un alcohol.

Preparación de ésteres.- Los ésteres son obtenidos sintéticamente por esterificación indirecta y directa, en la primera de ellas se recurre a la reacción entre el derivado de un ácido carboxílico y un alcohol, las reacciones usuales son:



Por lo que respecta a la síntesis directa de los ésteres (reacción de Fischer), éstos se obtienen como producto de reacción de un ácido carboxílico y un alcohol, algunos de tales de síntesis son los siguientes:



La esterificación directa es una reacción de tipo catalítica reversible que alcanza un equilibrio químico entre los productos formados y los reactivos iniciales determinado por la siguiente relación:

$$\frac{[\text{éster}]}{[\text{ácido}]} \frac{[\text{agua}]}{[\text{alcohol}]} = K$$

arreglando la relación:

$$[\text{éster}] = K \frac{[\text{ácido}] [\text{alcohol}]}{[\text{agua}]}$$

donde

K: constante de equilibrio

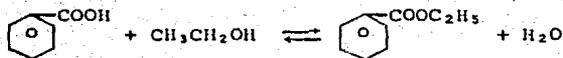
[ ]: concentraciones

Para un valor constante de K, la concentración o cantidad del éster obtenido depende directamente de la concentración inicial de los reactivos y en forma indirecta de la concentración del agua como producto formado, de esta manera la cantidad máxima de éster producido puede alcanzarse:

a) Agregando un volumen en exceso de alcohol o de ácido, lo cual es determinado por el costo de cada uno de ellos y la facilidad de separación de la cantidad no reaccionada, algunas reacciones citadas en la literatura y que muestran este efecto son (4):



7.6 gmol    6.6 gmol            5.1 gmol                      rendimiento 85%



0.2 gmol    1.7 gmol            0.2 gmol                      rendimiento 81%

b) Separando alguno de los productos de la reacción La forma más práctica consiste en eliminar el agua conforme va apareciendo lo cual puede efectuarse (5): agregando sustancias absorbentes a la mezcla de reacción como por ejemplo  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ , etc.; absorbiendo el agua por el paso de una corriente de  $\text{CO}_2$  o de vapor sobrecalentado; por el uso del dispositivo de separación de Dean y Stark; por destilación azeotrópica.

De las alternativas citadas en el inciso b) la más utilizada es la formación de mezclas azeotrópicas binarias y ternarias de fácil separación, para ello se recurre a la adición de benceno, xileno, tolueno, cloroformo, cloroetileno o tetracloruro de carbono a la mezcla por esterificar tal que se forme un azeótropo en el que el agua sea un componente del mismo. Algunos datos informados para este tipo de mezclas son (6):

mezcla	composición	t.e., °C
benceno - etanol - agua	0.741 - 0.185 - 0.074	65.0
benceno - agua	0.704 - 0.296	69.25
etanol - agua	0.895 - 0.105	78.15
tolueno - agua	0.444 - 0.556	84.1

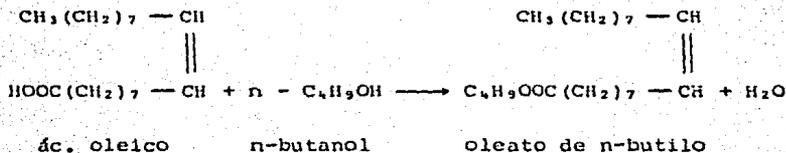
La formación de los sistemas azeotrópicos resulta aún más útil cuando existe una mayor diferencia entre los puntos de ebullición del azeótropo formado y el éster obtenido, ya que de esta forma se puede efectuar la separación del primero de éstos por destilación a una temperatura de operación adecuada, de tal manera que el alcohol pueda separarse posteriormente de la mezcla azeotrópica (en el caso de ser uno de los componentes de la misma) y ser realimentado a la mezcla por esterificar.

c) Modificando el tipo de catalizador. A este respecto el catalizador más utilizado a escala industrial en la esterificación ha sido ácido sulfúrico, sin embargo se han utilizado los ácidos perclórico, fosfórico y p-toluensulfónico para el mismo propósito mostrando este último una mayor eficiencia y acción menos destructiva que los otros ácidos mencionados, sin embargo es el factor costo lo que determina el mayor uso de ácido sulfúrico como catalizador.

Al igual que cualquier otro tipo de elemento catalítico en otras reacciones, el ácido sulfúrico sólo altera la velocidad de reacción pero no el equilibrio químico específico, de tal forma que el agregar una cantidad excesiva del mismo no favorece una mayor formación de éster como producto, por el contrario un gran volumen de ácido sulfúrico agregado y una temperatura de operación considerable provocan la deshidratación del alcohol hasta el alqueno correspondiente.

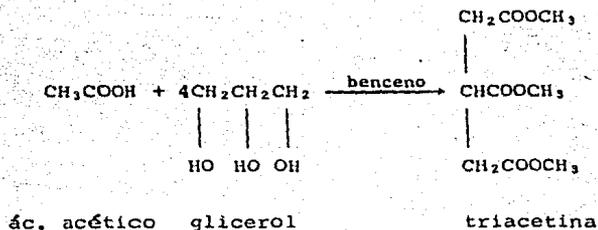
Se han utilizado también resinas de intercambio iónico como agentes catalíticos con altos rendimientos de reacción

en algunos de los casos y que en forma adicional a ello presentan la ventaja de ser regenerables después de un periodo considerable de uso, requieren de menor espacio para su almacenamiento y son de fácil manejo. Un ejemplo del uso de este tipo de catalizadores es mostrado a continuación (7):



catalizador utilizado: resina catiónica sulfonada, Zeo-Karb H  
 o resina catiónica fenol-formaldehído,  
 Amberlita IR-100

Se ha informado un rendimiento de reacción superior a 90% cuando se utiliza Zeo-Karb H como catalizador.



catálizador utilizado: Zeo-Karb H

azeótropo: benceno - agua

rendimiento de reacción: 75%

1.1.4. Síntesis electrolítica.- La síntesis de productos orgánicos por medios electrolíticos da resultados muy variados que dependen de cada reacción en particular, como método alternativo a los procesos tradicionales de síntesis presenta ciertas ventajas sobre éstos y también algunos factores limitantes para utilizarse en procesos a gran escala.

Así por ejemplo, un volumen de hexano en ácido perclórico es oxidado electrolíticamente en fase líquida a la presión atmosférica para obtenerse ácido caproico con un rendimiento de reacción de 80%, utilizando para ello Paladio/Carbón activado como catalizador (8).

Por este método de síntesis también se obtienen los ácidos carboxílicos a partir de alcoholes primarios utilizando electrodos de Plata (9).

Comparativamente, un alcohol primario o un aldehído en presencia de una sal de yodo  $I^-$  (0.01 a 0.5 gmol/gmol de reactivo) es oxidado electrolíticamente a la temperatura ambiente o con calentamiento para obtenerse el éster correspondiente. De esta forma n-hexanol o acetaldehído en presencia de KI y utilizando electrodos de Platino o Carbón, son oxidados para obtener sus ésteres respectivos (10).

Por otra parte, la oxidación electrolítica de aminas

alifáticas primarias en una disolución acuosa de KOH y utilizando un electrodo de  $\text{Ni(OH)}_2$  produce una mezcla de los nitrilos correspondientes (11).

La electrólisis como método de síntesis por lo regular requiere del uso de electrodos metálicos costosos y de adaptaciones a los equipos para la recepción y distribución de la energía eléctrica a la que se somete la mezcla de reacción, además de ser necesario separar y purificar el producto principal en etapas sucesivas de operación al igual que en los procesos tradicionales.

En forma adicional al análisis de las características propias del proceso, uno de los parámetros por considerar en la decisión de elegir entre la síntesis electrolítica y los métodos tradicionales de preparación es el consumo y costo de la energía requerida por el proceso.

## 1.2. Síntesis de los productos.

1.2.1. La preparación de ácidos carboxílicos a partir de los nitrilos correspondientes y la de ésteres por reacción de Fischer en comparación con los diversos métodos de síntesis mencionados anteriormente, presentan algunas ventajas de tipo técnico tales como la disponibilidad de materias primas y las condiciones generales de reacción lo que las hacen aplicables en el presente estudio.

Para la preparación del ácido fenilacético vía nitrilos, los detalles más importantes de síntesis son los siguientes: Cianuro de Bencilo.- 6 kilogramos de cianuro de potasio son

disueltos en agua en un recipiente recubierto, agitado y adaptado con un condensador para reflujo. Se agrega lentamente una disolución de 10 Kg de cloruro de bencilo disuelto en una cantidad igual de alcohol. Después de que todo ha sido agregado, se calienta la mezcla a ebullición durante 3 ó 4 horas. El líquido se separa en dos capas, la parte superior de color café rojizo contiene cianuro de bencilo, la capa acuosa inferior alcohol y cloruro de potasio (el cual se precipita y se incrusta en la pared del recipiente al enfriarse).

La capa café aceitosa se lava varias veces con agua y después se destila a la presión ordinaria eliminándose primero las trazas de alcohol. El líquido residual es enfriado y el cianuro de bencilo se destila a vacío sin fraccionamiento (12).

Acido fenilacético.- En un recipiente de 500 ml de fondo redondo y adaptado con un condensador para reflujo, se introducen 100 ml de agua, 100 ml de ácido sulfúrico concentrado y 100 ml de ácido acético glacial; se agregan 100 g (0.85 gmol) de cianuro de bencilo. La mezcla total se calienta a reflujo durante 45 a 60 minutos, la hidrólisis se ha completado. Se vacía la mezcla en 2 a 3 volúmenes de agua fría bajo agitación y se filtra al ácido crudo, el cual es lavado con agua fría y 2 ó 3 veces con pequeños volúmenes de agua caliente, el ácido solidifica por enfriamiento. Se comprueba en un pequeño volumen la presencia de fenilacetamida (p.f. 155°C) disolviendo la muestra en una disolución de carbonato de sodio. Si la disolución es clara hay ausencia de fenilacetamida, si la disolu-

ción no es clara se agita todo el producto crudo con un exceso de disolución de carbonato de sodio, se filtra y se precipita el ácido fenilacético del filtrado claro por adición de ácido sulfúrico diluido. El ácido fenilacético es separado y se recristaliza de agua caliente o de petróleo ligero (p.e. 40 - 60°C), el rendimiento de ácido puro (p.f. 77°C) es de 50 g (43%). Pueden recuperarse pequeñas cantidades de ácido de las aguas madres por extracción con éter. En forma alternativa el ácido puede purificarse por destilación a vacío a presión reducida; p.e. 140 - 150°C / 20 mm Hg (13).

Para los ésteres del ácido fenilacético existen dos métodos de preparación diferentes de acuerdo a los reactivos de partida, en forma específica para el fenilacetato de etilo los detalles más importantes de síntesis son los siguientes:

A) Fenilacetato de Etilo.- Una mezcla de 10 Kg (0.073 Kg mol) de ácido fenilacético, 10 Kg (0.21 Kg mol) de alcohol etílico de 95% y 0.5 Kg de ácido sulfúrico concentrado, se mantiene en ebullición durante 3 horas en un recipiente recubierto y adaptado con un condensador para reflujo, después de las cuales se destilan las 2/3 partes del alcohol utilizado y el residuo es vaciado en agua fría. La capa aceitosa es el éster del ácido fenilacético el cual es separado, lavado con agua, con una disolución de carbonato de sodio, nuevamente con agua, y finalmente es destilado a vacío. El producto puro ebulle entre 91 - 92°C a 3 mm de Hg (14).

Ventajas: utiliza un ligero exceso de alcohol y un

volumen pequeño de ác. sulfúrico, tiempo de operación mínimo.

Desventajas: es necesario partir del ácido carboxílico.

Subproducto de reacción :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

B) Fenilacetato de etilo.- En un recipiente de fondo redondo adaptado con un eficiente condensador para reflujo, son mezclados 750 g (16.3 gmol) de alcohol de 95%, 750 g de ácido sulfúrico concentrado y 450 g (3.85 gmol) de cianuro de bencilo. La mezcla la cual se separa en dos capas, se calienta hasta ebullición con flama baja durante 6 ó 7 horas, se enfría y se vacía en 2 l de agua fría, la capa superior es separada. Esta es lavada con un poco de disolución de carbonato de sodio al 10% para remover pequeñas cantidades de ácido fenilacético el cual pudo haberse formado y después se destila a presión reducida. Una pequeña cantidad de agua se elimina primero y después se recupera el producto entre 132 - 138°C / 32 mm de Hg (120 - 125°C / 17 - 18 mm de Hg). Se obtienen de 500 a 525 g (83 - 84%) de fenilacetato de etilo (15).

Ventajas: no es necesario partir del ácido fenilacético, rendimiento de reacción alto.

Desventajas: requiere de un gran volumen de agua, de alcohol y de ác. sulfúrico, tiempo de operación excesivo.

Subproducto de reacción:  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$

Para la obtención del fenilacetato de etilo, el método A resulta económicamente más conveniente a pesar del mayor

número de operaciones utilizadas por el proceso.

A su vez en la preparación del ácido fenilacético a partir de cloruro de bencilo (dens. 1.10 g/ml a 20°C), es posible sustituir el KCN por NaCN factor que no altera la etapa posterior de hidrólisis.

1.2.2. PARTE EXPERIMENTAL.- A partir de los métodos de síntesis antes mencionados, se efectuaron varias preparaciones tanto de ácido fenilacético como de los fenilacetatos de metilo, etilo, isobutilo y ciclohexilo. A continuación se citan las condiciones experimentales utilizadas.

Acido fenilacético.- Una mezcla de 1.81 Kg de cloruro de bencilo (0.014 Kg mol) disuelto en 1.81 Kg de alcohol etílico se agregó lentamente a un recipiente que contenía 0.77 Kg de cianuro de sodio (0.015 Kg mol) disuelto en 1.27 Kg de agua manteniendo una agitación constante. La mezcla total se llevó a reflujo durante 4.0 horas, después de las cuales se enfrió un poco la mezcla y se separó el sólido formado. Se eliminó una parte del etanol del líquido residual por destilación a presión atmosférica y se separó el cianuro de bencilo por destilación a vacío después de eliminar el volumen restante de etanol.

Se obtuvieron 1.44 Kg de cianuro de bencilo incoloro; p.e. 100 - 104°C a 10 mm de Hg, se obtuvieron además 0.60 Kg de cloruro de sodio como subproducto de reacción.

Una mezcla de 1.36 Kg de cianuro de bencilo (0.011 Kg mol) y un volumen de mezcla ácida formada por: 2.29 Kg de

ácido sulfúrico, 1.27 Kg de agua (0.07 Kg mol) y 0.73 Kg de ácido acético, se agitó y se mantuvo en ebullición durante 2.5 horas. La mezcla resultante se enfrió un poco y se vació a un recipiente que contenía 10.0 Kg de agua fría en donde solidificó el ácido fenilacético crudo. El producto crudo fué separado por filtración y recristalizado de agua caliente.

Se obtuvo 1.0 Kg de ácido fenilacético en forma de hojuelas blancas con p.f. 76 - 78°C (p.f. informado 77°C (13)).

Fenilacetato de etilo.- Una mezcla de 1.61 Kg de ácido fenilacético (0.011 Kg mol), 1.61 Kg de alcohol etílico (0.03 Kg mol) y 0.3 Kg de ácido sulfúrico concentrado, fué agitada y sometida a ebullición durante 3 horas. La mezcla resultante se enfrió un poco y se separó por destilación parte de etanol que no reaccionó, el líquido residual así obtenido se lavó con un volumen de agua, con disolución de carbonato de sodio al 10% y nuevamente con agua. Se separó el sólido precipitado. El fenilacetato de etilo se recuperó del líquido residual por destilación a vacío eliminando la mezcla de agua y etanol que se obtuvo primero.

Se recuperó 1.0 Kg de un líquido incoloro y cristalino recuperado entre 130 - 134°C a 10 mm de Hg.

Se determinaron algunas propiedades físicas del éster así obtenido, tales como: p.e. 235°C, densidad 1.03 g/ml, índice de refracción  $n_D = 1.4990$  a 20°C.

Se obtuvo además el espectro infrarrojo para este producto, mostrando señales a 1025, 1725 y 3000  $\text{cm}^{-1}$ .

Los resultados experimentales completos tanto para el ácido fenilacético como para los fenilacetatos de metilo, etilo, isobutilo y ciclohexilo serán citados posteriormente.

## CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO.

- 2.1. Especificaciones del producto.
- 2.2. Usos.
- 2.3. Mercado del producto.
- 2.4. Disponibilidad de las materias primas.
- 2.5. Importación y exportación de productos.
- 2.6. Perfil de mercado.

CAPITULO 2  
ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Especificaciones del producto.

2.1.1. Acido fenilacético.

Punto de fusión: 76 - 78°C

Pureza: 99 a 100%

Ensayo: disolver aproximadamente 0.5 g de ácido fenilacético, previamente secado sobre ácido sulfúrico durante 3 horas y pesado con mucho cuidado, en 25 ml de alcohol diluido, el cual ha sido previamente neutralizado con una disolución de hidróxido de sodio 10N. Agregar 3 gotas de indicador de fenolftaleína y titular hasta coloración rosa con una disolución 10N de hidróxido de sodio. Cada ml de disolución 10N de hidróxido de sodio equivale a 0.01360 g de ácido fenilacético.

Identificación: El calentamiento de una mezcla de ácido sulfúrico diluido, ácido fenilacético y dióxido de manganeso desarrolla un olor de benzaldehído, se sugiere además preparar algunos de sus derivados (p-nitrobenzilfenilacetato p.f. 65°C; fenilacetanilida p.f. 117 - 118°C).

Color y apariencia: sólidos blancos cristalinos, brillantes.

Olor: cuando se diluye, su olor es similar al de las hojas de geranio y de rosa, olor persistente y desagradable en disoluciones concentradas.

### 2.1.2. Fenilacetato de etilo.

Punto de ebullición: 226 - 227°C a 760 mm de Hg.

Pureza: 98% mín. como fenilacetato de etilo.

Color y apariencia: líquido incoloro o cercanamente in coloro, líquido aceitoso.

Olor: olor fuertemente dulce y sugestivo a miel.

Solubilidad en alcohol: soluble en 3 partes de alcohol de 70%.

Indice de refracción: 1.4960 a 1.5000 a 20°C.

Gravedad específica: 1.027 a 1.032 a 25° / 25°C.

Halógenos: negativo.

Valor ácido: máximo de 1.0

### Identificación de los compuestos.

Acidos carboxílicos.- Para la identificación cualitativa de este tipo de compuestos es útil determinar su solubilidad frente a disolventes orgánicos e inorgánicos comprobando el desprendimiento de dióxido de carbono por adición de una disolución de bicarbonato de sodio. En la determinación de ácidos carboxílicos también se pueden utilizar las pruebas colorimétricas con cloruro férrico sobre el ácido hidroxámico correspondiente o la precipitación del derivado colorido correspondiente de la dimetilglioxima (16).

Un método cualitativo más elaborado es la obtención de su espectro de absorción infrarrojo, el cual presenta líneas de absorción características para los compuestos de tipo carboxílicos.

En el análisis cuantitativo de los ácidos carboxílicos la prueba específica es la determinación de su equivalente de neutralización, el cual se define como el número de gramos requeridos de un ácido para neutralizar un equivalente gramo de una base. Este valor es calculado de acuerdo a lo siguiente:

$$\text{equiv. neutralización} = \frac{W}{V \times N}$$

W = peso de la muestra, g

V = volumen de la base utilizada, ml

N = normalidad de la base, por lo regular es una disolución de NaOH 0.1 N

**Esteres.**- La presencia de un grupo éster puede estimarse culitativamente por la reacción de su descomposición hasta los grupos alcohol y ácido correspondientes los que pueden identificarse por métodos específicos de ellos. Un éster de tipo aromático puede también ser caracterizado por la preparación de algún derivado sólido obtenido por reacción de SEA (nitración, halogenación, etc.). Al igual que los ácidos carboxílicos, los ésteres poseen un espectro de absorción infrarrojo característico en el que las líneas de absorción a una longitud de onda de  $1740 \text{ cm}^{-1}$  indican la presencia de enlaces C = O que en conjunción con líneas de absorción para enlaces C - O - C a  $1235 \text{ cm}^{-1}$ , indican la presencia de un grupo éster.

Para el análisis cuantitativo de este tipo de compues-  
tos es necesario determinar su valor ácido, el cual representa

el número de miligramos requeridos de una disolución alcalina para neutralizar el ácido orgánico libre contenido en 1 g de muestra de éster. El valor ácido es calculado como:

$$\text{valor ácido} = \frac{V \times N}{10 \times W}, \text{ equiv./100 g}$$

V = volumen de la base utilizada, ml

N = normalidad de la base, por lo regular es una disolución de NaOH o KOH 0.1 N

W = peso de la muestra, g

En forma específica si el valor ácido se debe principalmente a ácido sulfúrico presente, puede determinarse el ácido sulfúrico libre por el método de precipitación en anilina (17), el valor es informado como:

$$\text{H}_2\text{SO}_4, \text{ libre} = \frac{V \times N \times 49.04}{10 \times W}, \% \text{ peso}$$

V = volumen de la base utilizada, ml

N = normalidad de la base, por lo regular es una disolución de NaOH 0.5 N

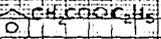
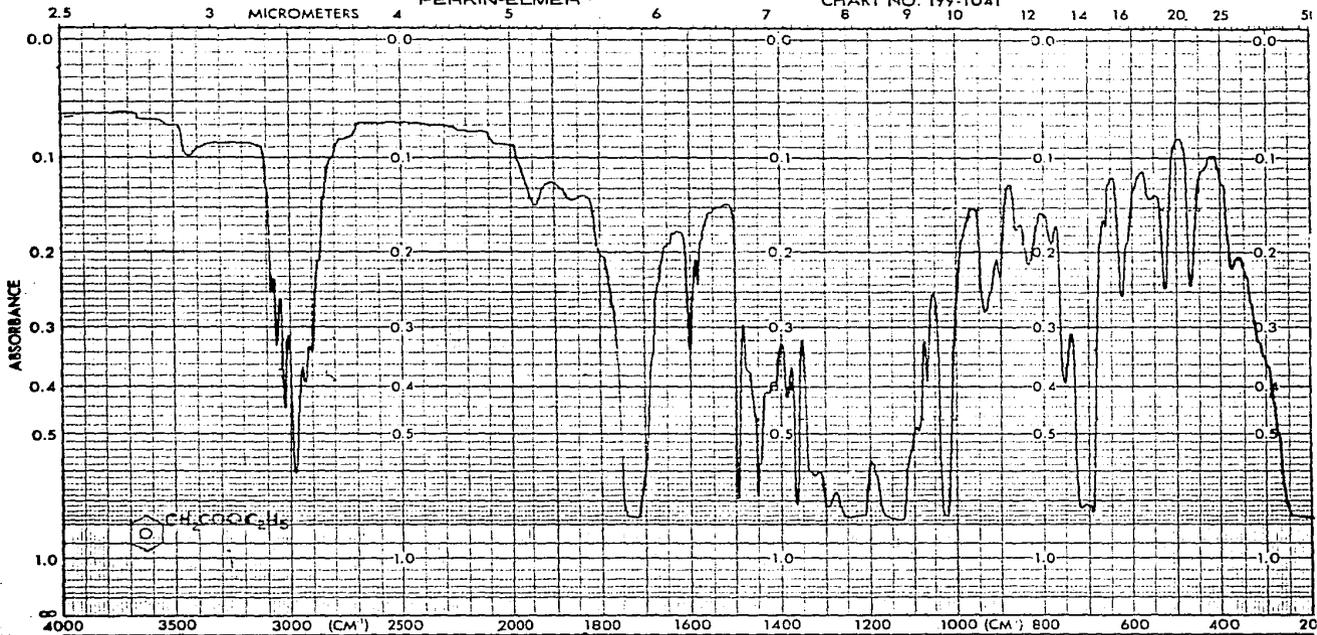
W = peso de la muestra, g

Fenilacetato de etilo.- Su identificación se efectuó a partir de sus propiedades físicas antes citadas y de acuerdo al espectro de absorción anexo.

El ácido fenilacético es un sólido blanco en forma de hojuelas brillantes de punto de fusión relativamente bajo (76 a 78°C), de olor penetrante sobre todo durante el proceso de obtención. Se prepara principalmente en forma sintética

PERKIN-ELMER

CHART NO. 199-1041



ya que de acuerdo a la literatura, sólo se han encontrado trazas en aceites esenciales tales como el de nerolí (citrus bigaradia) y en el aceite de menta japonesa (Mentha arvensis), sin embargo no resulta económica su obtención de estas fuentes naturales (14).

Los ésteres del ácido fenilacético por su parte, son líquidos aceitosos incoloros de olor agradable y alto punto de ebullición. El fenilacetato de etilo e isobutilo y en menor proporción el de metilo y ciclohexilo muestran un olor semejante al de la miel. Su densidad es ligeramente mayor a 1.0 y son resistentes a la descomposición.

Algunas propiedades físicas para diferentes fenilacetatos son citados en la literatura (15).

## 2.2. Usos.

La utilización tanto del ácido fenilacético como la de sus ésteres se centra en el campo de la perfumería. Debido a su olor tan persistente, el ácido fenilacético es utilizado en diluciones menores de 1% como fijador de esencias en perfumes aunque se informa que en altas concentraciones (hasta de 1%) reemplaza a la esencia del jazmín en los jabones de tocador.

De los fenilacetatos, el derivado de isobutanol se utiliza como sustituto en perfumes floridos tales como el de rosa, clavel y nardo al igual que el de etanol el cual se utiliza como sustituto de esencia de rosa, nerolí, miel y como fijador en perfumería. Por su parte el fenilacetato de metilo

y ciclohexilo tienen olores más parecidos a la cera, el último de los cuales se utiliza más como fijador en perfumería.

De acuerdo a lo establecido dentro de la ley general de salud relativa a artículos de perfumería y que es resumida en literatura especializada (18), los productos de belleza y perfumería tal como los preparados en este estudio son los relativos a:

- I. Los productos de cualquier origen, independientemente de su estado físico, destinados a modificar el olor natural del cuerpo humano.
- II. Los productos o preparaciones de uso externo destinados a preservar o mejorar la apariencia personal.
- III. Los productos o preparados destinados al aseo de las personas; y
- IV. Los repelentes que se apliquen directamente en la piel.

### 2.3. Mercado del producto.

2.3.1. Consumo de producto.- La industria de las esencias y perfumes es una industria cuya actividad y desarrollo a futuro resulta en muchas ocasiones difícil de estimar, esto considerando que un producto de perfumería en general no es un artículo de consumo indispensable comparado por ejemplo con un fertilizante, aunque su consumo en volumen es mayor a este de acuerdo a datos estadísticos informados (19).

Acido fenilacético.- El estudio de mercado efectuado para este producto, muestra que el consumo interno es cubierto en parte por importaciones que se realizan, debido a su olor tan

penetrante el ácido fenilacético se utiliza en relativamente bajas cantidades como fijador de perfumería estimándose su consumo anual promedio en 12 toneladas, ello al menos por lo observado durante el año de 1986.

En México el mercado es abastecido casi en su totalidad por una sólo empresa quien lo importa y distribuye a las empresas que se dedican a la manufactura de perfumería.

Fenilacetatos.- Por lo que respecta a los fenilacetatos, su demanda es cubierta en parte por producción interna y se recurre además a la importación de pequeños volúmenes.

De la investigación de mercado efectuada por consulta a productores y distribuidores tanto de ácido fenilacético como de fenilacetatos, los volúmenes de consumo interno son mostrados en el cuadro N° 1.

Además de los fenilacetatos del cuadro 1, en México también se comercializan los fenilacetatos de alilo, amilo, bencilo, feniletilo, geranilo, hexilo, octilo y propilo, los cuales a excepción del de bencilo, etilo y metilo los restantes, incluyendo los de isobutilo y ciclohexilo, son comercializados por una sólo empresa en México, quien recurre a la importación de éstos en su mayor parte.

En particular los fenilacetatos citados en el cuadro N° 1 son comercializados por tres empresas, estimándose que el mercado tanto de ellos así como del ácido fenilacético se comporta de la forma siguiente:

DISTRIBUCION DE MERCADO HASTA 1986  
(proporción de mercado cubierto)

**Acido Fenilacético**

Haarmann y Reimer de México, S. A.	90%
Givaudan de México	10%

**Fenilacetato de Etilo**

Haarmann y Reimer de México, S. A.	75%
Aromáticos Petroquímicos, S. de R. L.	20%
Naarden Química, S. A. de C. V.	5%

**Fenilacetato de Metilo**

Haarmann y Reimer de México, S. A.	95%
Naarden Química, S. A. de C. V.	5%

**Fenilacetato de Isobutilo**

Haarmann y Reimer de México, S. A.	100%
------------------------------------	------

**Fenilacetato de Ciclohexilo**

Haarmann y Reimer de México, S. A.	100%
------------------------------------	------

2.3.2. Manejo de productos.- Tanto la recepción como la distribución de ácido fenilacético, se efectúa en bolsas de plástico introducidas en recipientes (cuñetes) con capacidades de 25 Kg o bien en bolsas plásticas de capacidad variable y menor de 25 Kg. Por su parte la distribución de los fenilacetatos, se realiza en recipientes cilíndricos de aluminio o de vidrio en volúmenes de 4 a 10 litros.

2.3.3. Precio de los productos.- Al igual que cualquier otro producto comercial, los precios del ácido fenilacético y de los fenilacetatos que se ofrecen en el mercado están determinados por la demanda de los mismos y en gran parte por la variación continua en el índice general de precios en nuestro país, sin embargo se citan en el cuadro N° 2 los precios vigentes de los productos al final del año de 1986.

2.4. Disponibilidad de materias primas.- En el análisis técnico de la síntesis que se efectuó en el capítulo 1.0, se especificaron las materias primas necesarias para la síntesis de ácido fenilacético y para los fenilacetatos aquí preparados. Considerando que sólo el primero de éstos y el fenilacetato de etilo serán obtenidos, se citan las principales materias primas necesarias y algunas de las empresas que las producen o distribuyen en el país.

#### 2.4.1. Materias primas básicas.

##### Cloruro de bencilo

Productor:

Aromáticos Petroquímicos, S. de R. L. Edo. de México

##### Cianuro de sodio

Distribuidor:

Franquímica, S. A. de C. V.

Distrito Federal

Prod. Químicos Mardupol, S. A.

Distrito Federal

##### Alcohol etílico

Productores:

Azúcar, S. A.	Distrito Federal
Asociación Nal. de Productores de Alcoholes, S. A.	Distrito Federal

## 2.4.2. Materias primas auxiliares.

Acido sulfúrico	•
Productores:	
UNIVEX, S. A.	Salamanca, Gto.
Fertilizantes Mexicanos, S. A.	Querétaro, Qro.

Acido acético	
Distribuidores:	
Solventes y Productos Químicos, S. A.	Distrito Federal
Materias Primas, S. A.	Distrito Federal

Tolueno	
Distribuidores:	
Quimivan, S. A. de C. V.	Edo. de México
Química SIMEX, S. A.	Edo. de México

2.4.3. Precio de materias primas.- Las materias primas anteriores así como el agua también aquí requerida, y que se su-  
pone disponible, existen en nuestro mercado e incluso el cloruro  
de sodio el cual es el único reactivo por importar, su  
adquisición se efectúa por medio de distribuidores quienes  
cubren satisfactoriamente la demanda en nuestro país. La ma-  
yor parte de estas materias primas son distribuidas o produ-  
cidas por diversas empresas cercanas a la zona económica como

lo es el Distrito Federal de tal forma que este factor debe de considerarse en la decisión de la posible localización de la empresa como se mencionará posteriormente.

Por lo que respecta al precio de las materias primas en nuestro mercado, en el cuadro N° 3 se muestran los precios promedio observados durante el último semestre del año de 1986.

## 2.5. Importación y exportación de productos.

### 2.5.1. Importación.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente la demanda de ácido fenilacético es cubierta en forma parcial por importaciones, las razones de ello son diversas y podría estimarse que obedece principalmente al factor llamado economía de mercado. Los datos acerca de estos productos químicos así como los de cualquier producto o materia prima de otro tipo sujeto a importación o exportación, tanto su volumen como su costo por adquisición son publicados en los Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, datos que se citan en información ordenada en función de un número específico llamado fracción arancelaria. En particular para el ácido fenilacético y algunos fenilacetatos, la fracción arancelaria correspondiente es la siguiente:

ácido fenilacético	29.14.2821.1
fenilacetato de metilo	29.14.2848.
fenilacetato de etilo	29.14.2845.

A pesar de disponer de una fracción específica y debido a diversas razones no muy bien definidas, estas especies químicas son citadas por dicha fuente de información incluidas bajo la fracción arancelaria genérica 29.14.A.999999 que incluye en forma general a: ácidos monocarboxílicos, sus anhídridos, halogenuros, peróxidos o perácidos, excepto alfa-Naftilacético y acetato de terpenilo.

Como se observa, la fracción arancelaria genérica incluye un gran número de especies químicas de estructura similar a la del ácido fenilacético el cual es un ácido monocarboxílico aromático, esto tiene la inconveniencia de que no hay certeza para establecer las cantidades correspondientes que nos interesan. Así pues de la investigación de mercado realizada, se precisó que sólo la empresa Haarmann-Reimer disponía del permiso para importación de ácido fenilacético, permiso sujeta a un régimen aduanal (tipo de operación aduanal que se realiza con la mercancía objeto de comercio) de importación definitiva en tanto que otras dos empresas sólo disponían de permiso de importación para relativamente pequeñas cantidades ocasionalmente, Deiman, S. A. y Givaudan de México, S. A.

Al respecto, el permiso para importación de cualquier producto o materia prima es tramitada por medio de la Secretaría de Comercio quien autoriza o rechaza las solicitudes correspondientes, una vez autorizada la solicitud de importación el resto de la operación comercial es por parte del interesado quien debe cubrir el valor de la mercancía, el valor correspondiente a los fletes y el de seguro por envío.

El valor comercial neto de la mercancía así importada se modifica e impacta su costo real si consideramos los pagos antes mencionados y que en términos comerciales se le da el nombre de valor CIF.

$$\text{Valor CIF} = \text{valor mercancía} + \text{valor fletes p/envío} \\ + \text{valor de seguro}$$

Existe además el pago de un impuesto por importación que en particular para el ácido fenilacético y sus fenilacetatos es el pago del 10% cuota ad valorem, es decir el pago del 10% sobre el valor que ampare el permiso de importación autorizado.

Ya que no se disponía de datos precisos de mercado para los productos antes mencionados, tanto su volumen como su costo correspondiente se estimaron considerando la suma de los volúmenes importados mensualmente (20) bajo la fracción arancelaria 29.14.A.999999 efectuados por la empresa que disponía del permiso antes citado. En el cuadro Nº 4 se muestran los volúmenes de importación efectuados de 1978 a 1984, periodo para el cual existe información disponible.

#### Análisis de las importaciones.

Debido a que se carecía de información de mercado para esta especie química, el criterio aplicado para estimar el volumen de importación fué el siguiente: considerando el precio de venta citado en el cuadro Nº 2 válido para el año de 1986 y el precio estimado de adquisición para el año de

1984, se fijó con ellos un margen de utilidad para ese periodo el cual se supuso proporcional para los años anteriores.

De los datos del cuadro Nº 4 se observa que a excepción del año de 1982, para los años restantes la importación promedio es mayor a 1 tonelada mensual (12 ton./ano), esto resulta explicable si se considera que en los años de 1981 y 1982, la actividad económica del país mostró una notable disminución tal como se mencionará posteriormente en el aspecto macroeconómico de este estudio, ello afectó considerablemente la actividad manufacturera en general de ahí que durante 1982 en forma aparente sólo se hayan importado 3.4 toneladas en el año.

En los datos citados en el cuadro Nº 4 no se tomaron en cuenta los volúmenes importados que efectuaron las empresas que disponían del permiso de importación no definitiva. De esta forma, el comportamiento del volumen y costo de las importaciones no muestran una tendencia definida por lo que la estimación de su comportamiento a futuro resulta difícil de fijar, esto debido a la variación en la demanda de los productos y a la continua variación del valor de nuestra moneda.

#### 2.5.2. Exportación.

En la industria manufacturera de México hasta el año de 1984, se producía una parte de ácido fenilacético en tanto que para los fenilacetatos aquí citados se recurrió en general a su importación para satisfacer la demanda en nuestro mercado, por lo que se puede afirmar que no hay operaciones

de exportación para estos productos químicos.

## 2.6. Perfil de mercado.

2.6.1. La industria de la perfumería en México.- Al igual que muchas industrias de nuestro país, la actividad productiva de la industria de la perfumería ha dependido para su desarrollo de factores tales como la situación económica general del país y la disponibilidad interna de las materias primas.

Con respecto a esto último, la industria de la perfumería ha dependido en gran parte de las materias primas importadas, una idea de ello es el nivel de importación que se ha efectuado hasta ahora en lo referente a la fracción arancelaria 29.14.A, la cual incluye en su mayoría especies químicas utilizadas en la producción de esencias, sabores, aromatizantes, etc., de tipo sintético y en particular para la fracción genérica 29.14.A.999 que incluye especies químicas que por su relativo bajo volumen de importación o que aún no se le ha asignado un arancel específico, no son desglosadas en forma separada en los datos de importación. De las cifras correspondientes para esta fracción arancelaria y que son mostradas en el cuadro Nº 5, se observa un valor considerable de adquisición (21).

Por otra parte, para la industria de la perfumería y cosmética el número de empresas dedicadas a esta actividad en México estimadas hasta el año de 1982, es mostrado a continuación (18):

Estado	Núm. de empresas
Distrito Federal	247
Jalisco	19
Estado de México	52
Nuevo León	31
Otros	100
	<hr/> 449

De este número de empresas se estimó que otro tanto no estaba debidamente registrada y que en forma aproximada había 140 000 personas dedicadas directa o indirectamente a esta actividad sin incluir a los que se dedican a la producción de esencias y sabores, jabones de tocador, dentífricos y otros productos similares.

2.6.2. Estimación de mercado.- Para el posible mercado de los productos objeto de este estudio, se estima que su demanda seguirá variando debido a diversas razones inherentes al mismo y en el que su consumo es determinado principalmente por su utilización como aromatizante en la manufactura de jabones de tocador. Así pues, debido a que no se disponía de datos estadísticos reales para establecer un perfil de mercado confiable se estimó en forma un tanto conservadora que la demanda de fenilacetato de etilo para el año de 1987 es de 0.95 a 1.9 toneladas/mes, ello considerando los siguientes factores:

- Número de habitantes en la República Mexicana.
- Hábitos de limpieza (diversos niveles) de la población.

- Consumo total de producto terminado, Kg jabón/año.
- Proporción de aromatizante utilizado en el producto terminado, Kg/Kg.
- Proporción de fenilacetato de etilo en el aromatizante, Kg/Kg.
- Proporción de productos que utilizan aromatizante que contiene fenilacetato de etilo, %.

El volumen de ác. fenilacético propuesto a partir de los datos anteriores resulta inferior al volumen citado por los datos proporcionados en el cuadro Nº 1, ello considerando que se recurre únicamente a la preparación de fenilacetato de etilo utilizado como materia prima para aromatizante de jabones de tocador y de los cuales los principales consumidores del fenilacetato son las empresas:

- Colgate y Palmolive, y
- Procter y Gamble

Por otra parte, la posibilidad de establecer y desarrollar una nueva empresa para la obtención de estos productos al igual que para otro tipo de industria, depende de muchos factores, algunos de los cuales son:

- La demanda actual y futura del producto.
- La amplitud y competencia actual del mercado específico.
- El soporte económico de la futura empresa.

Ello considerando además otros aspectos tales como la calidad del producto por ofrecer, las relaciones humanas y comerciales por establecer con proveedores y consumidores, la habilidad para desarrollar una actividad comercial, etc.

A este respecto y como se mencionó ya anteriormente, la producción en México de ácido fenilacético puede afirmarse que hasta ahora no se ha desarrollado y con ello, a pesar de que sí se producen algunos fenilacetatos con materia prima nacional (alcoholes principalmente), la producción de éstos depende básicamente del ácido fenilacético importado en parte.

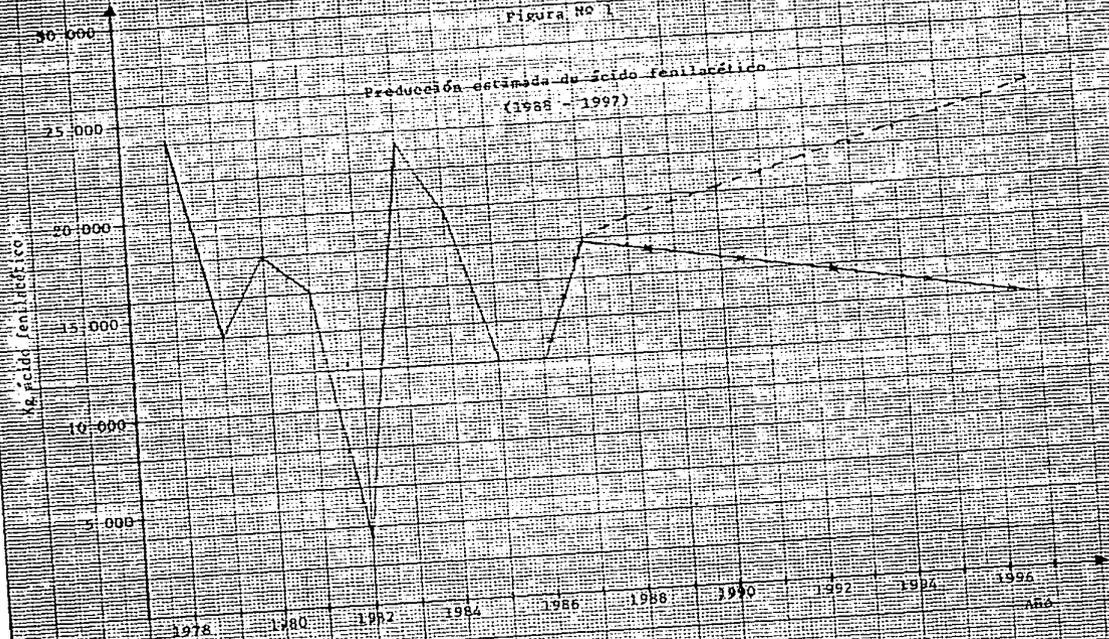
En forma general existían, al menos hasta el año de 1986, tres empresas dedicadas a la producción o distribución de fenilacetatos, dos de las cuales cubren aproximadamente el 95% del mercado, sin embargo ambas dependen de la disponibilidad de ácido fenilacético.

El volumen de producción establecido para este último, se efectuó considerando: a) la estimación de mercado del que se observa que el volumen promedio de importación es de 16772 Kg/año; b) la producción necesaria de ácido fenilacético requerido para obtener inicialmente 0.95 ton./mes (11.4 ton./año) de fenilacetato de etilo. De esta forma el volumen de ácido fenilacético por producir para los 10 próximos años considerando un crecimiento anual de 3% en forma constante en la producción a partir del año de 1988, es mostrado en el cuadro Nº 6 y la figura Nº 1. La justificación de esta tendencia se efectuará posteriormente en el capítulo de la microeconomía.

Del análisis gráfico se observan dos comportamientos muy diferentes en la estimación del volumen de ácido fenilacético por producir a futuro, el volumen menor fué estimado por la técnica de mínimos cuadrados considerando los datos

Figura No 1

Producción estimada de ácido fenilacético  
(1988 - 1997)



comportamiento observado  
estimación adoptada  
estimación estadística (r = 0.07)

citados en el cuadro Nº 4. Esta estimación en realidad no resulta del todo confiable de acuerdo al análisis estadístico efectuado y del cual se obtiene un coeficiente de correlación poco aceptable.

En forma aparente el cálculo efectuado considerando un crecimiento anual en la producción del 3% en base a un criterio conservador, resulta poco diferente del volumen importado en años anteriores, por ello en el presente estudio se aceptó esta tendencia factible de mercado considerando que únicamente se producirán el ác. fenilacético y fenilacetato de etilo y en menor proporción el resto de los fenilacetatos mencionados en el presente estudio.

La estimación del volumen de fenilacetato de etilo por producir en los próximos 10 años se hizo en base a lo siguiente: del volumen de ácido fenilacético citado en el cuadro Nº 6, se designó el 70% de éste para la síntesis del fenilacetato de etilo del cual, considerando los datos obtenidos en forma experimental en cuanto a la estequiometría de reacción, la producción fijada es mostrada en el cuadro Nº 7.

2.6.3. Precio de los Productos.- La proyección del precio de los productos resulta por lo regular muy incierta ya que al igual que las variables macro y microeconómicas, el precio de un producto específico no sigue un comportamiento bien definido para ser estimado en forma aceptable por el uso de técnicas estadísticas, sin embargo es necesario disponer de dichos datos para su utilización en las etapas posteriores de un estudio económico.

Así pues, suponiendo que parte de los productos químicos ácido fenilacético y fenilacetato de etilo son adquiridos por importación, se fijaron los precios probables en base a la posible evolución de los mismos en el país de procedencia tanto en moneda nacional como en dólares y por otra parte se estimaron en base a su costo unitario en función de las materias primas requeridas.

Para la estimación del precio del producto en moneda nacional, se tomó en cuenta la variación de la misma de acuerdo a lo observado desde el año de 1982 y que hasta el año de 1986 disminuyó su valor en 950% con respecto al dólar.

A su vez de las estimaciones previstas para la economía de los Estados Unidos (22), país de donde procede la mayor parte de nuestras importaciones, se fijó un comportamiento probable del Producto Nacional Bruto (PNB) de ese país para los próximos 10 años con el fin de observar qué tanto afecta en forma directa el nivel general de precios de sus productos terminados suponiendo que se siguieran importando los productos objeto de este estudio.

De esta forma se citan en los cuadros Nº 8 y Nº 9 los precios probables de ácido fenilacético y fenilacetato de etilo, considerando lo siguiente:

- Se estimó una variación probable de nuestra moneda.
- Se fijaron dos niveles diferentes de precios de producto.

Esto último se realizó de acuerdo a las características

propias en la comercialización de estos productos químicos en nuestro mercado.

2.6.4. Pronóstico de ventas.- La magnitud de las ventas esperadas se estimó de acuerdo al volumen de producción anual fijado en los cuadros Nº 6 y Nº 7 y considerando precios constantes referidos al del año de 1986, otros factores adicionales son los siguientes:

Calidad del producto.

La calidad de los productos aquí obtenidos es similar a la de los productos existentes actualmente en nuestro mercado, de ellos el ácido fenilacético muestra una apariencia física poco diferente a la del producto comercial ya que presenta una textura más compacta. El fenilacetato de etilo por su parte cumple con el requerimiento de estabilidad química a la descomposición y apariencia cristalina requerida, ambos productos se distribuirán bajo el tipo de productos de grado técnico.

Magnitud de mercado.

Se estima que los productos químicos aquí obtenidos cubrirán en forma gradual hasta el 90% del total de su mercado, ello esperando una tendencia también gradual en la disminución de las importaciones que se efectúen tomando en cuenta que algunos consumidores muestren cierta preferencia por los productos importados.

Promoción del producto.

Esta actividad necesaria sobre todo durante los primeros

años de operación, se canalizará a través de publicidad gráfica por desarrollar en revistas especializadas, así como la realizada en forma personal.

**Precio del producto.**

El precio de los productos se estimó en función del costo unitario de los mismos y por un factor adicional debido a costos de producción, todo expresado a valor constante.

Con los datos de producción y de precios estimados para el periodo de tiempo proyectado y suponiendo que la comercialización de ambos productos se distribuirá en: 90% para ventas de gran volumen y 10% para volúmenes pequeños de adquisición, de los cuales se estima que el 70% del total de ácido fenilacético producido será destinado para la obtención de fenilacetato de etilo y el 30% restante para su comercialización, el pronóstico de ventas es mostrado en el cuadro N° 10.

**CAPITULO 3. MACROECONOMIA Y  
MICROECONOMIA.**

**3.1. Aspecto macroeconómico.**

**3.2. Aspecto microeconómico.**

### CAPITULO 3 MACROECONOMIA Y MICROECONOMIA

En este capítulo se citan en forma general algunos aspectos económicos del país utilizando los principales indicadores macroeconómicos, posteriormente se citan algunas cifras importantes del área de manufactura de jabones y perfumes. El objetivo principal es el de evaluar las condiciones económicas que influyen directa e indirectamente sobre el proyecto de inversión por realizar.

#### 3.1. Aspecto macroeconómico.

En un sentido estricto la macroeconomía incluye los aspectos socioeconómicos de mayor importancia en un país tales como la producción de bienes y servicios, las etapas de expansión y recesión económica que se presentan en cierto momento, los índices de inflación y desempleo y la situación económica del país reflejada en la Balanza de Pagos.

##### 3.1.1. Producto Interno Bruto.

La economía de México, al igual que la de otros países, puede ser reconocida por medio de la actividad económica que se muestre cualitativa y cuantitativamente. En forma cualitativa mediante la diversidad de las actividades económicas que se desarrollen, lo cual, por lo regular va ligado a la disponibilidad de los recursos naturales y económicos en general con los que se cuenten, en tanto que en forma cuantitativa se observa de acuerdo al valor económico de las actividades

realizadas. En base a esto resulta claro que para producir algo es necesario disponer al menos de los recursos económicos suficientes, la materia prima y la mano de obra necesaria, algunas ocasiones no se dispone de la materia prima o de la tecnología para producir y se recurre entonces a su adquisición por medio de operaciones de importación. Precisamente la diferencia observada entre los ingresos obtenidos por la producción de bienes materiales y servicios y lo que se debe de pagar por el uso o adquisición de equipo y tecnología o la adquisición de la materia prima principal o auxiliar de un proceso específico es lo que se designa como Producto Interno Bruto de un país, PIB, el cual se evalúa por lo regular para un periodo específico de 1 año.

Para el caso de nuestro país, el valor anual del PIB es calculado considerando cada una de las actividades económicas que se desarrollan, las cuales se han clasificado en nueve grandes divisiones, mismas que incluyen tanto la producción de bienes materiales como el préstamo de servicios, según se muestra en el cuadro N° 11. Los valores del PIB se expresan en unidades económicas denominadas pesos corrientes y pesos constantes; el PIB dado en pesos corrientes es la diferencia entre el valor de la producción bruta menos el valor de los bienes y servicios que se utilizan en un proceso productivo específico y su cálculo toma como referencia los precios de los bienes y servicios vigentes de cada año.

Por su parte, el valor del PIB expresado en pesos constantes representa el valor de la producción bruta menos el

valor de los bienes y servicios utilizados en la misma y que se obtiene en cada ejercicio eliminando las variaciones de los precios al valuarse cada uno de los productos y servicios prestados por el precio de un año de referencia, al que se le llama año base. Este valor en precios constantes se denomina "producto real" ya que da una idea más clara de la producción y de los flujos de bienes y servicios para un período específico. En el sistema de cuentas nacionales de nuestro país el año base considerado generalmente es el de 1970.

Para el caso particular de nuestro país, en el cuadro Nº 12 se dan los datos del PIB en pesos corrientes y en pesos constantes para el período comprendido entre el año de 1950 y de 1983, para los años de 1984 y 1985 el valor del PIB real estimado a partir del valor del mismo expresado en pesos corrientes (23) y del índice de inflación anual observado, es el siguiente:

	1984	1985
PIB (\$ corrientes)	\$28 748 889.1	\$45 588 461.7
PIB (\$ constantes)	\$ 887 647.4	\$ 911 544.1
Indice precios implícitos:	3 370.0	5 435.5
Indice de inflación obs.:	60%	62%

A pesar de que se observa un crecimiento general en el valor del PIB, en realidad las cifras que se incrementan anualmente no indican necesariamente un auge económico del país, ya que el valor del PIB puede incrementarse principal-

mente por el incremento en el índice de inflación, aunque también se incrementa al diversificarse en mayor cantidad o tipo las actividades productivas.

De esta forma resulta más significativo analizar los datos del PIB expresados en pesos constantes puesto que como se mencionó antes, da una idea más real del comportamiento de toda la actividad productiva de un país o de una actividad específica del mismo. De hecho un análisis gráfico del PIB expresado en pesos corrientes mostraría un comportamiento más caótico que el que mostraría el mismo expresado en pesos constantes para el caso de nuestro país.

Los datos citados en el cuadro Nº 12 muestran un incremento sostenido del PIB durante los años de 1950-1981 con una variación anual más pronunciada a partir del periodo de 1976-1984, así por ejemplo de 1950 a 1959 el PIB se incrementa en 1.6 veces, de 1960 a 1969 en 1.8 veces, de 1970 a 1979 en 1.7 veces a pesar de la devaluación de 1976, en tanto que en el transcurso de la década de 1980 se observó un incremento del PIB durante 1980-1981 y una reducción del mismo durante 1982-1983, todo lo anterior considerando el valor del PIB en pesos constantes. La variación en el índice de precios implícitos, el cual es la relación del PIB en pesos corrientes y pesos constantes, fué la siguiente:

VARIACION OBSERVADA EN EL INDICE  
DE PRECIOS IMPLICITOS.

(1970 = 100)

año	variación (%)
1950	33.8
1960	70.8
1970	100.0
1980	508.0
1984	3 370.0
1985	5 435.5

Los incrementos así observados, en realidad no indican en general un crecimiento económico, lo cual se confirma de los datos del crecimiento real del PIB expresado en pesos constantes y cuya variación máxima alcanzada en el periodo del año de 1970 a 1985 fué de 2.0 veces. En base a esto se sugiere que los procesos de devaluación económica presentes en nuestro país durante 1950 - 1951, 1954 - 1955, 1964 - 1965 y 1976 - 1978, han afectado en menor o mayor grado el valor del PIB y a la economía en general. Así también, la variación observada del PIB en el periodo de 1980 a 1985 expresado en valor corriente ya no es sólo producto de una expansión económica mal planeada sino que se debe en gran parte al alza notoria en el índice de precios de los bienes materiales producidos y del préstamo de servicios en general, a la reducción

de la actividad productiva y a la continua variación monetaria en nuestro país, esto último producto a su vez de otros factores económicos de tipo interno y externo.

Esta situación se debe en gran parte al exceso de la demanda generada en 1980 y años anteriores canalizada a la compra de bienes y servicios internos así como de tipo externos; al no poder crecer más internamente, el equilibrio económico se alcanzó por un aumento en el ritmo de crecimiento de los precios en tanto que los segundos mostraron una mayor importación tanto de bienes y servicios como de activos financieros. Esta tendencia de demanda y crecimiento resultó crítica para la actividad productiva principalmente y aceleró el proceso inflacionario (24).

A este respecto, la inflación como un estado anormal en el proceso económico de un país, depende al menos para el caso del nuestro de:

- el nivel de demanda de bienes materiales y de servicios.
- la devaluación económica.
- el incremento en el nivel de los salarios, y
- la inflación externa.

El índice de inflación observado en nuestro país durante el periodo del año de 1975 a 1986 como producto de los cuatro factores anteriores es mostrado en el cuadro N° 13.

El análisis que se realiza para explicar las causas del proceso inflacionario en nuestra economía para el periodo del año de 1950 a 1977, se centra en la descripción de este

comportamiento como producto de la devaluación monetaria, el incremento de los salarios y en menor proporción de la inflación externa. Sin embargo, para el periodo de 1977 a 1985 puede citarse que los índices de inflación observados también se ven afectados por el incremento en la demanda de bienes y servicios, la reducción en la oferta de los mismos, el incremento de demandantes y la variación continua en la moneda. Una explicación más satisfactoria debe plantearse considerando la interrelación existente entre los cuatro factores que describen el fenómeno inflacionario.

3.1.2 Índices de Precios.- El incremento en el valor de los bienes y servicios es observado parcialmente de las variaciones que experimentan los precios de los bienes y servicios representativos del consumo popular. Estas variaciones económicas llamados índices de precios al consumidor son publicados en forma trimestral y anual y tienen la función de servir como parámetro para fijar los salarios mínimos en nuestro país. Estos índices se elaboran considerando el precio de 65 bienes y servicios de mayor importancia dentro del presupuesto familiar de los trabajadores a nivel de salario mínimo e incluyen precios de alimentos y bebidas, ropa elaborada y telas, calefacción y alumbrado, vivienda y artículos varios. Los índices de precios al consumidor observados en el periodo de 1978 a 1985 fueron los siguientes (25):

## INDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

(1978 = 100)

año	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
índice	100	118.2	149.3	191.1	303.6	612.9	1014.1	1996.6

El índice para el año de 1985 es el observado durante el último mes.

Existe otro índice el cual muestra el comportamiento de los precios de los productos adquiridos por grandes volúmenes llamado índice de precios al mayoreo y que para algunos países tal como Alemania, se aplica a productos de uso industrial, estos índices para el caso de nuestro país fueron los siguientes:

## INDICE DE PRECIOS AL MAYOREO

(1980 = 100)

año	1980	1981	1982	1983	1984	1985
índice	100	124.5	194.4	403	686.4	1058.5

3.1.3. Índice de empleo.- Otro factor considerado dentro del análisis macroeconómico es el que describe el nivel de empleo y desempleo. La evaluación de este factor tan importante en la economía de cualquier país, es citado por lo regular por medio de índices.

Para nuestro país, los datos publicados por fuentes oficiales de estadística son citados utilizando índices del empleo con la siguiente nomenclatura (25):

**Población económicamente activa:**

Población constituida por las personas de 12 años o mayor edad, que en el periodo de referencia se encontraron ocupadas; así como las que tenían una situación de desocupación abierta.

**Tasa bruta de participación:**

Porcentaje que representa la población económicamente activa respecto a la población total.

**Tasa neta de participación:**

Es el porcentaje que representa la población económicamente activa respecto a la población de 12 años o más.

**Tasa de ocupación:**

Proporción de la población económicamente activa que se encontraba ocupada en el periodo de referencia.

**Tasa de desocupación abierta:**

Proporción de la población económicamente activa que se encontraba desocupada en el periodo de referencia.

De acuerdo a las definiciones anteriores se da en el cuadro Nº 14 la información disponible para el periodo de 1975 a 1984, cifras observadas en el IV trimestre de cada año y considerando únicamente las ciudades de mayor importancia económica en el país.

Los datos del cuadro Nº 14 corresponden a tres áreas metropolitanas específicas, las cuales son: a) Ciudad de México, b) Guadalajara y c) Monterrey.

Es de observarse que el índice de desempleo en forma general se incrementó durante la década de 1980 y el número de

desempleados ascendió conforme lo hizo la población económicamente activa. Esta tendencia la resintió en mayor parte la actividad productiva de bienes de consumo en general, ocasionando que una mayor parte de la población económicamente activa se dedicara a préstamo de servicios como puede notarse en forma parcial de los siguientes datos.

ASEGURADOS PERMANENTES AL IMSS

año	TOTAL	INDUSTRIA MANUFACTURERA	SERVICIOS		
	(miles de personas)	(miles de personas)	(%)	(miles de personas)	(%)
1980	4 955	2 004	40.4	2 244	45.3
1981	5 542	2 220	40.0	2 533	45.7
1982	5 794	2 072	35.7	2 905	50.1
1983	5 935	2 089	35.2	3 046	57.3
1984	6 429	2 263	35.2	3 012	46.8
1985	6 632	2 381	35.9	3 145	47.4

Estos datos no representan el total de personas que se dedican a cada una de estas actividades ya que existen otros niveles de empleo tal como el sub-empleo o el empleo temporal, así como otras instituciones de servicios de salud, lo que hace difícil determinar con mayor precisión el nivel de empleo y de ahí que se utilicen índices para describir este aspecto macroeconómico.

3.1.4. Balanza de pagos.- El informe de la Balanza de Pagos

como otro criterio por considerar en el análisis de la macro economía de un país, es un documento que muestra la actividad económica del mismo considerando otros conceptos económicos. La estructura de este documento está integrado básicamente por cinco divisiones: I) cuenta corriente, II) cuenta de capital, III) derechos especiales de giro, IV) errores y omisiones, y V) variaciones de la reserva del Banco de México, ésta última en realidad es la suma de las cuatro divisiones anteriores. A su vez las divisiones I y II se integran con varias subcuentas. De esta forma la Balanza de Pagos como un modelo económico nos permite cuantificar la situación de ingresos y egresos del país durante un año y que debido a la dependencia en materia comercial de México con los Estados Unidos, su resultado es expresado en dólares y es resumido en la división I llamada cuenta corriente.

Es característica de los países subdesarrollados, y aún en los países desarrollados, tener saldos negativos en la cuenta corriente, lo importante es el control presupuestal de ese saldo negativo usualmente regulado con apoyos de créditos solicitados al exterior. En el caso de nuestro país cuando el saldo es tan negativo y no es posible nivelarlo con créditos del exterior, se recurre a la ayuda del Banco de México quien lo resiente en su reserva y declara una devaluación monetaria.

La importancia de la cuenta corriente en la Balanza de Pagos es que mide en cierta forma la liquidez económica de un país y que para el caso del nuestro, a excepción de los

años de 1983 y 1984, el resultado de la cuenta corriente ha mostrado invariablemente saldos negativos. Dicho saldo durante los años de 1976 y 1982 se obtuvo visiblemente muy negativo lo cual provocó las devaluaciones monetarias correspondientes. A pesar de que en los años de 1983 a 1985 el saldo resultó positivo debido en gran parte a la reducción en las importaciones y un incremento en las exportaciones principalmente de tipo petroleras, ello no fué suficiente para detener el efecto de la devaluación monetaria en nuestro país la cual mostró una variación diaria desde el año de 1982.

Una interpretación más completa de este modelo económico resultaría muy extenso y por ello no se efectuó en el presente estudio.

3.1.5. Estimación de la macroeconomía.- Con la información anterior, se muestra el comportamiento esperado del índice de inflación, del PIB y del índice de desempleo para el periodo de 1987 a 1997. Debido a la impredecible tendencia de estos aspectos macroeconómicos, su estimación estadística no resulta satisfactoria ya que hay que tener presente factores propios de nuestro país tal como la deuda externa, la explosión demográfica, el grado de actividad productiva, etc., y los efectos combinados que se deriven. De esta forma se estimó la posible tendencia por métodos estadísticos sólo como una aproximación y se efectuó una segunda estimación en base a la historia observada de 1975 a 1984 principalmente.

Índice de inflación.- La tendencia esperada en el nivel de

inflación de acuerdo a lo observado principalmente durante el periodo de 1980 - 1985 se muestra en el cuadro Nº 15-A, del cual se ha propuesto un valor máximo de 110% para el periodo de 1988 - 1997.

El índice de inflación aquí aceptado es el valor anual promedio previendo que se controla en un bajo nivel durante uno de los semestres del año y se incrementa durante el otro. Debe señalarse que los índices así esperados resultarán ciertos en la medida en la que la variación monetaria sea controlada, ello como producto de la evolución general de nuestra economía. La tendencia observada en la variación monetaria está contenida en el cuadro Nº 15-B, en el cual el incremento porcentual fué calculado con referencia al valor base de la moneda observado al final del año de 1982: \$96.30/dólar.

Producto Interno Bruto.- La tendencia esperada para el valor del PIB, expresado en pesos constantes para el periodo de 1986 - 1997 basado en su comportamiento gráfico (figura Nº 2), es mostrado en el cuadro Nº 16.

La estimación estadística da como resultado valores superiores a los propuestos, sin embargo tomando en cuenta las características propias de nuestra economía y su relación con la de otros países, resulta más aceptable esperar un lento crecimiento del mismo.

Índice de desempleo.- A pesar de la decisión que tiende no sólo a mantener la actividad productiva sino además ampliarla, se propone que debido a factores decisivos tales como la

Figura No. 2

Comportamiento del PIB

(1970 = 100)

PIB (en miles de pesos constantes)

1 000

500

1955

1960

1965

1970

1975

1980

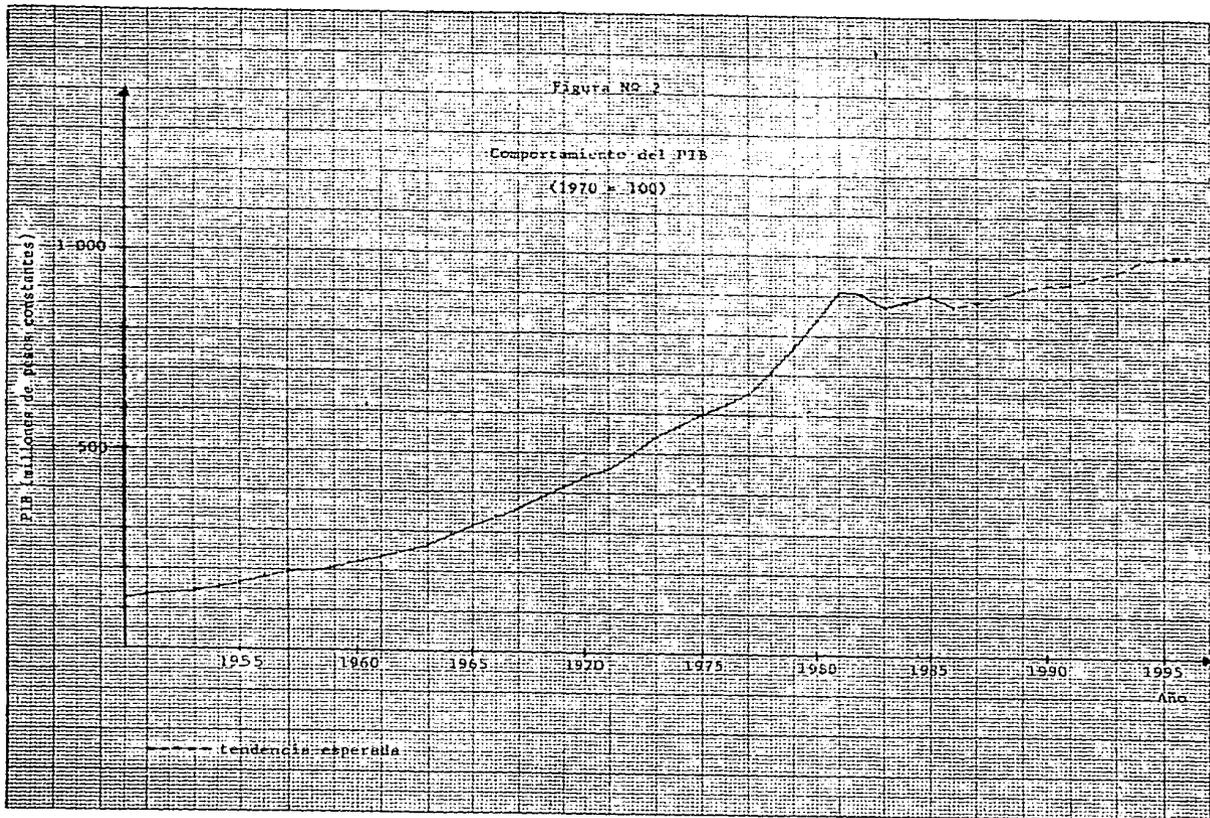
1985

1990

1995

Año

--- tendencia esperada



explosión demográfica en nuestro país, la capacidad productiva del elemento humano y el fomento y crecimiento de nuevos centros laborales enfocados principalmente a la producción de bienes materiales y únicamente de los servicios necesarios, el incremento en el índice de desempleo en forma promedio ascienda de acuerdo a los datos contenidos en el cuadro Nº 17.

Los índices así estimados resultan inferiores a los obtenidos por análisis estadístico.

### 3.2. Microeconomía.

#### Aspectos Generales.

El objeto de este subtema es mostrar una idea lo más específica posible de la situación económica del área y rama de actividad que nos interesa en forma directa. En base a ello se citan en el cuadro Nº 18-A los datos del PIB para el sector manufacturero del año de 1975 a 1981 (26).

Para el mismo sector, los datos del PIB para el periodo de 1982 - 1985 son los siguientes (26):

PIB SECTOR MANUFACTURERO		
(millones de pesos constantes)		
(1970 = 100)		
AÑO	PIB Div. 3 (millones de pesos)	Crecimiento anual (%)
1982	217 852.2	- 2.9
1983	191 376.8	- 12.2
1984	211 683.5	10.5
1985	223 987.4	5.8

La aparente recuperación económica observada en el año de 1985 en el valor del PIB del sector de manufacturas, se muestra aún inferior al nivel alcanzado en el año de 1981 en el cual se obtuvo el valor más alto hasta entonces.

Para la industria química excluyendo el concepto de Petróleo y derivados así como el de Petroquímica básica, el comportamiento del PIB es observado en el cuadro N° 18-B.

A su vez la industria química integra varias cuentas o conceptos, dentro de las cuales está el correspondiente a la manufactura de jabones, detergentes y cosméticos, que a su vez incluye:

- a) Jabones, detergentes y similares, y
- b) Perfumes, cosméticos y similares.

Algunas cifras comparativas entre dos conceptos del sector de la industria química, así como para la manufactura de jabones, detergentes y cosméticos, son mostradas desde el cuadro N° 18-C a 18-G (27).

#### Observaciones.

Algunas características de la economía de nuestro país se citaron por medio del análisis de las variables macroeconómicas más importantes. Un enfoque más específico de la actividad productiva de interés en el presente estudio se realizó mediante el análisis de algunos datos sobre la industria química y la manufactura de jabones, detergentes y cosméticos en México, algunas observaciones importantes son las siguientes:

a) El crecimiento económico mostrado por nuestro país durante mucho tiempo redujo su ritmo a partir de la devaluación monetaria del año de 1976, ello a pesar del incremento en el PIB del país durante 1976 - 1981 alcanzando un crecimiento máximo en 1981, cifra máxima alcanzada desde 1970 hasta 1985. Este aparente crecimiento va ligado principalmente al notable incremento en el índice de inflación, mismo que en forma parcial se observa de los índices de precios al consumidor y al mayoreo en México. Este último indicador se incrementa desde un valor de 100 en el año de 1980, año de referencia considerado para este indicador, hasta un valor de 194.4 en el año de 1982, sin embargo en este último año se presentó una devaluación más pronunciada que la sucedida en 1976 reflejándose en una mayor tendencia inflacionaria y en el que el índice de precios al consumidor se incrementó a 4 108.2 en el año de 1986.

Esta tendencia de la inflación en México depende de muchos factores, dentro de los cuales está la creciente demanda de bienes y servicios debido a su vez al incremento de la población, a la reducción en la producción de bienes y servicios debido a la situación económica de la industria en general y a factores externos a nuestra economía.

De esta forma el aumento del PIB en nuestro país al menos del año de 1980 a 1985, en general no obedeció a un incremento o una mayor diversificación en la producción de bienes y servicios ya que de hecho hubo una reducción de los mismos durante el año de 1982 y 1983 principalmente en la

industria manufacturera, contrarrestado un poco por un ligero crecimiento en el préstamo de servicios.

En este sentido resulta importante incrementar y diversificar la actividad productiva sobre todo por lo que respecta a los bienes de consumo, ello por su importancia tanto económica como social que en todo momento representa en nuestro país.

b) A excepción del año de 1983, durante el periodo de 1979 a 1984 el volumen de consumo de jabones, detergentes y cosméticos en general se incrementó de acuerdo a los datos citados, siendo los crecimientos máximos de 10% para los jabones y de 18.2% para perfumes y cosméticos, ambos durante el año de 1981. Este comportamiento se debe en parte a la mayor diversidad de los productos en el mercado en cierto momento y a la mayor demanda de los mismos. Considerando ambos criterios resulta justificable en cierta medida fijar un crecimiento anual entre el 3 y el 5% en la producción de ácido fenilacético y de fenilacetato de etilo como se sugirió en el estudio de mercado aquí realizado, ello tomando en cuenta que los crecimientos máximos observados incluyen la producción de diferentes productos y la consecuente diversidad de aromatizantes y fijadores utilizados en la manufactura de jabones de tocador y de perfumería respectivamente.

Por lo que respecta al precio de los productos de acuerdo a los datos del índice de precios implícitos de los mismos, una tendencia definida al crecimiento resulta más pronunciada después del año de 1982. Con referencia al año base

de los precios implícitos se observa que del año de 1970 a 1983 el incremento fué superior al 1000% tanto en jabones y detergentes como en perfumes y cosméticos.

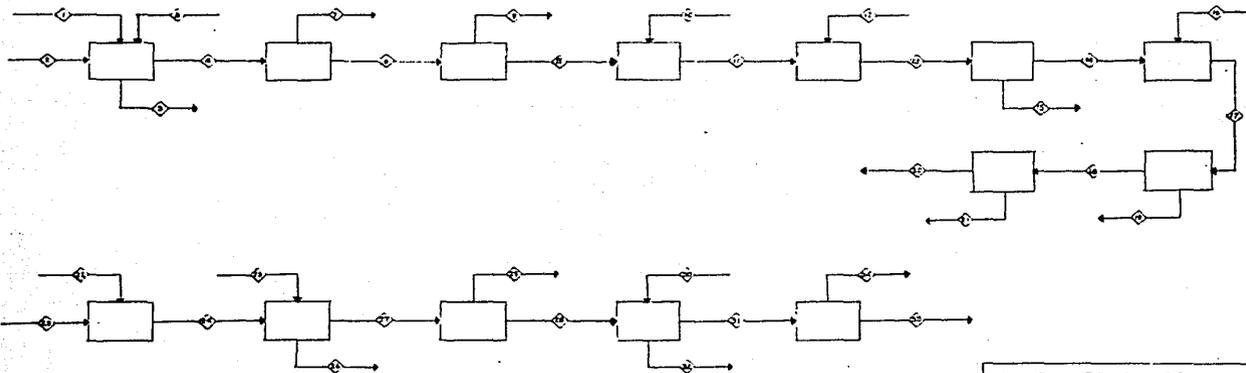
Para el caso del ácido fenilacético y del fenilacetato de etilo considerados aquí como productos terminados, debe de aceptarse una tendencia menos pronunciada en el incremento de sus precios tomando en cuenta que ambos son también materia prima para otros productos terminados como lo es un jabón de tocador o un perfume. En base a ello se estimó un crecimiento en el precio de los productos ácido fenilacético y su fenilacetato dependiendo del incremento en el precio de las materias primas necesarias, ello como punto de referencia.

De esta forma la factibilidad económica del estudio hasta este momento es recomendable si tenemos presente que en general, el precio de los productos químicos de importación no se incrementó en forma notoria como se muestra en el índice de precios al productor de los Estados Unidos donde de hecho hubo una reducción de los mismos, sin embargo la continua variación en el valor de nuestra moneda es lo que indica la conveniencia económica no únicamente de preparar los productos químicos mencionados sino además otros productos de consumo que se estén importando.

**CAPITULO 4. ESTUDIO PRELIMINAR  
DE INGENIERIA.**

- 4.1. Balance de materiales.**
- 4.2. Balance de energía.**
- 4.3. Estimación de los equipos  
requeridos.**

COMPONENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	COMENTE N°
A	1.81		2.36	4.37		1.81	2.56	1.81															1.61	0.45			0.15	0.1	0.15				0.1		
B	1.81																																		
C		0.71																																	
D		0.7		0.5	0.2		1.0			1.17	1.53					12.45									0.4		0.4	0.4					0.4		
E			1.87		1.4	0.0	1.4	0.02																											
F									2.25																										
G										1.6			1.14	1.07	0.07		1.07	1.0	0.07	1.0		1.07			0.0	0.0									
H																										1.0		1.04	1.00		1.0	1.0	1.0	0.0	
I																																		4.0	



FACULTAD DE QUIMICA

LAMINA N° 1

ESC:  
SIN

POR: G. CORTES G.

DATOS:  
KV

BALANCE DE MATERIALES**Componentes:**

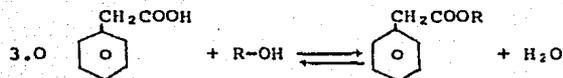
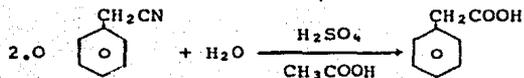
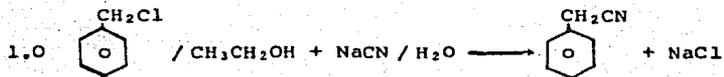
- A = alcohol etílico
- B = cloruro de bencilo
- C = cianuro de sodio
- D = agua
- E = cianuro de bencilo
- F = ácido sulfúrico
- G = ácido fenilacético
- H = fenilacetato de etilo
- I = tolueno

**Corrientes:**

- (21) mezcla ácida
- (25) carbonato de sodio
- (26) sulfato de sodio

## 4.1. Balance de materiales.

## 4.1.1. Etapas de reacción.



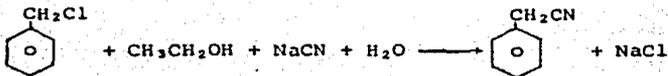
R = metil, etil, isobutil, ciclohexil.

En la estimación de los requerimientos de materias primas, disolventes, catalizadores, etc., necesarios para la preparación de ácido fenilacético y sus ésteres, no se consideró la proporción estequiométrica de cada una de las reacciones por lo que las cantidades citadas a continuación no corresponden a los requerimientos teóricos de ellas, esto en parte a la pureza de algunos de los reactivos utilizados y en parte al rendimiento de reacción observado de las diversas condiciones experimentales fijadas. De esta forma se clculan los requerimientos de materiales de acuerdo a lo obtenido en la parte experimental del presente estudio.

Base de cálculo.

1.0 Kg de ácido fenilacético

Reacción 1.0



P.M. cloruro de bencilo = 126.5 g/g mol

P.M. cianuro de sodio = 49.0 g/g mol

P.M. cianuro de bencilo = 117.0 g/g mol

P.M. alcohol etílico = 46.0 g/g mol

cloruro de bencilo utilizado: 1.81 Kg (0.014 Kg mol)

cianuro de sodio utilizado (90% pureza):

$$\frac{49 \text{ Kg cianuro de sodio}}{126.5 \text{ Kg cloruro de benc.}} \times 1.81 \text{ Kg cloruro de benc.} \times 1.1 =$$

$$= 0.77 \text{ Kg NaCN} \quad (0.016 \text{ kg mol})$$

agua utilizada en la reacción: de acuerdo a la técnica propuesta se utilizan 0.9 ml/g NaCN.

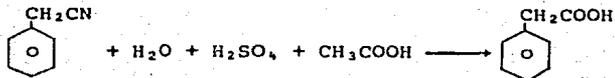
$$0.77 \text{ Kg NaCN} \times 0.9 \text{ l/Kg NaCN} = 0.7 \text{ l de agua}$$

alcohol etílico utilizado: 1.81 Kg

requerimientos químicos auxiliares: alc. etílico 2.56 Kg.

NaCl formado en la reacción: 0.6 Kg

## Reacción 2.0



P.M. ác. acético = 60 g/g mol

P.M. ác. fenilacético = 136 g/g mol

P.M. ác. sulfúrico = 98 g/g mol

P.M. agua = 18 g/g mol

cianuro de bencilo utilizado: 1.36 Kg

mezcla ácida utilizada: 2.54 l mezcla H<sub>2</sub>O - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%) +  
+ 730 ml ác. acético

agua = 1.27 l × 0.998 Kg/l = 1.26 Kg (0.07 Kg mol)

ác. sulfúrico = 1.27 l × 1.8 Kg/l = 2.29 Kg (0.02 Kg mol)

ác. acético = 0.730 l × 1.0 Kg/l = 0.73 Kg (0.012 Kg mol)

relación mol agua : ácido = 2 : 1

requerimientos químicos auxiliares: agua para cristaliza-  
ción, 19.5 l

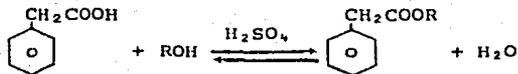
agua para purificación  
de producto, 12.45 l

## Reacción 3.0

Para la preparación de los ésteres del ácido fenilacético aquí obtenidos, los requerimientos de los reactivos primarios y auxiliares se calcularon de acuerdo a lo propuesto por la técnica de la síntesis (14) y lo observado experimentalmente. Los datos están contenidos en los cuadros Nº 19-A

y 19-B.

Reacción general:



R = metil, etil, isobutil, ciclohexil.

4.1.2. Requerimiento de materias primas e insumos.- De acuerdo a lo obtenido en el balance de materiales anterior, se dan a continuación las cantidades requeridas anualmente de materias primas y productos químicos auxiliares, así como el costo anual para la preparación de ácido fenilacético y de fenilacetato de etilo teniendo presente los volúmenes de producción previstos para cada uno de ellos. El costo anual se estimó considerando para ello los precios vigentes durante el año de 1986 de los reactivos utilizados y el incremento esperado para el año de 1987. El cálculo correspondiente para el año de 1988 es el siguiente:

ácido fenilacético: producción estimada 19096.2 Kg/año

	(Kg/Kg)	Total (Kg)	P.U. (\$/Kg)	TOTAL (\$)
cloruro de bencilo	1.81	34 565	2 230.	77 079 950.
alcohol etílico	4.37	83 451	1 584.	132 186 380.
ác. acético	0.73	13 941	1 036.	14 442 870.
ác. sulfúrico	2.29	42 731	120.	5 247 720.
cianuro de sodio	0.77	14 704	2 600.	38 230 400.
agua	33.92	647 744	0.32	<u>207 270.</u>
		Subtotal		<u>267 394 590.</u>
		Rec. disolv.		<u>67 093 190.</u>
		T o t a l		200 301 400.

costo primo unitario: \$10,489.00

costo unitario considerando 40% adicional por costos de producción: \$14,684.00

fenilacetato de etilo: producción estimada 8303 Kg/año.

	(Kg/Kg)	Total (Kg)	P.U. (\$/Kg)	TOTAL (\$)
ác. fenilacético	1.61	13 368	10 489	140 216 950.
alcohol etílico	1.61	13 368	1 584	21 174 910.
tolueno	4.2	34 873	470	16 390 310.
ác. sulfúrico	0.3	2 491	120	298 920.
carbonato de sodio	0.35	2 907	366	1 063 962.
agua	9.51	78 962	0.32	<u>25 268.</u>
		Subtotal		179 170 320.
		Rec. disolv.		<u>4 917 090.</u>
		Total		174 253 230.

costo primo unitario: \$20 986.00

costo unitario considerando 10% adicional por costos de producción: \$23 020.00

En forma similar, el costo total de las materias primas y el costo unitario de los productos para el periodo de 1989 a 1997, son citados en los cuadros N° 20-A y N° 20-B, y en la figura N° 3.

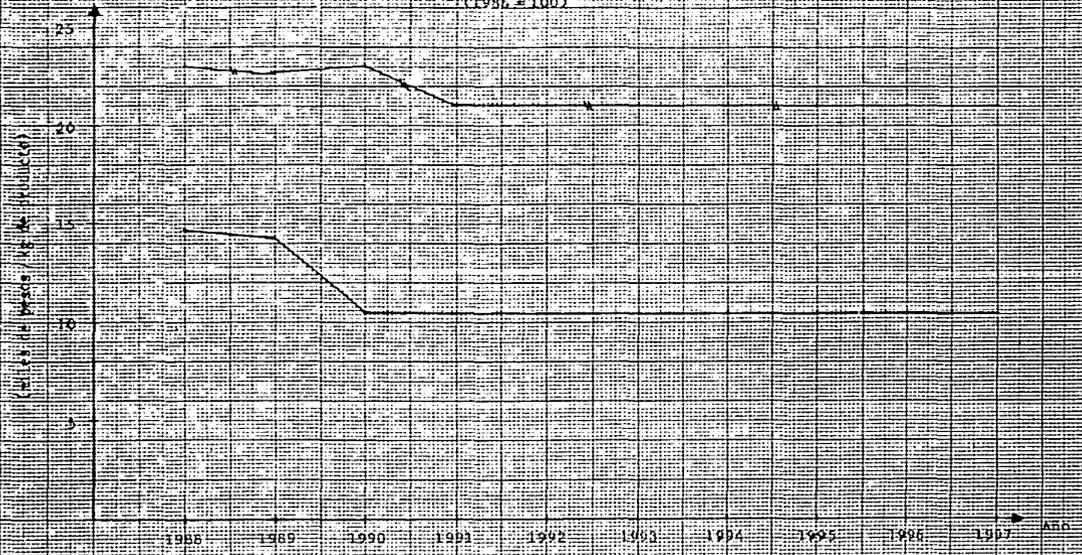
#### 4.2. Balance de energía.

Para la preparación de ácido fenilacético y de fenilacetato de etilo es necesario efectuar reflujo de diferentes mezclas de reacción en diferentes etapas de la síntesis y

Figura No 3

COSTO UNITARIO DE LOS PRODUCTOS

(1991 = 100)



Acido isofalavico  
Fertilizante de etilo

bajo diversas condiciones tanto de temperatura como de tiempo de operación. Así pues, se estima a continuación el consumo de energía calorífica requerida por los procesos que en forma general se calculó de acuerdo a lo siguiente:

calor total = calor sensible + calor latente de vaporización

$$Q = mcp_m dt + m\lambda_m$$

donde:

$m$  = mezcla de reacción por calentar, Kg

$cp_m$  = capacidad calorífica promedio de la mezcla, K cal/Kg $^{\circ}$ K

$$cp_m = \sum \bar{c}_{pi} x_i$$

$\bar{c}_{pi}$  = valor medio de la capacidad calorífica del componente  $i$  de la mezcla, K cal/Kg $^{\circ}$ K

$x_i$  = fracción masa del componente  $i$  de la mezcla.

$dT$  =  $T_{operación} - T_{alimentación}$ ,  $^{\circ}$ K

$\lambda_m$  = calor latente de vaporización de la mezcla, K cal/Kg

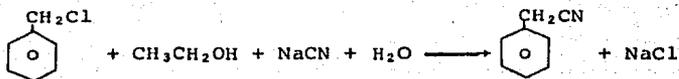
$$\lambda_m = \lambda_i x_i$$

Las propiedades termodinámicas aquí utilizadas son las consultadas de datos informados en la literatura y las estimadas por métodos propuestos (28).

Requerimientos de energía.

Reacción 1.0

1.1. Fase de reacción.



temp. operación: 85°C

tiempo de reacción: 3.9 horas

alimentación:		$x_i$
cloruro de bencilo	1.81	0.35
alcohol etílico	1.81	0.35
agua	0.70	0.14
cianuro de sodio	<u>0.77</u>	<u>0.16</u>
	5.09 Kg	1.00

valores de  $c_p$ :

temp. inicial = 18°C

temp. final = 85°C

$$\text{temp. promedio} = \frac{85 + 18}{2} = 51.5^\circ\text{C}$$

a la temp. de 51.5°C, los valores de  $\bar{c}_p$  son:

cloruro de bencilo = 0.51 K cal/Kg °K

alcohol etílico = 0.74

agua = 1.0

cianuro de sodio = 0.25

$$\begin{aligned} c_{p_m} &= 0.51 \times 0.35 + 0.74 \times 0.35 + 1.0 \times 0.14 + 0.25 \times 0.16 = \\ &= 0.97 \text{ K cal/Kg } ^\circ\text{K} \end{aligned}$$

para 1 Kg de mezcla alimentada y suponiendo 15% de pérdidas de calor en el sistema de calentamiento, el calor sensible

$Q_s$  es:

$$Q_s = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.97 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla } ^\circ\text{K}} \times (358 - 291) ^\circ\text{K} \times 1.15 = 75 \text{ K cal}$$

calor latente: la temperatura de operación es de 85°C, a esta temperatura sólo el alcohol etílico y alguna cantidad de agua (25%) se encuentran en la fase vapor; considerando solo el valor de  $\lambda$  del etanol:

$$\text{alc. etílico } \lambda = 190 \text{ K cal/Kg}$$

$$\lambda_m = 190 \times 0.75 = 143 \text{ Kcal/kg}$$

de acuerdo a las condiciones experimentales fijadas, se observó que el gasto de reflujo por minuto es equivalente al 5% del volumen total de la mezcla. Para un tiempo de operación promedio de 3.9 horas, 1 Kg de mezcla alimentada y 15% de pérdidas de calor, el calor latente  $Q_L$  del sistema es:

$$Q_L = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 143 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 236 \text{ min} \times 1.15 = 1942 \text{ K cal}$$

$$Q_{\text{total}} = Q_s + Q_L = 2017 \text{ K cal}$$

Reacción 1,2. Fase de separación.

temp. de operación = 74°C

tiempo de operación = 0,5 horas

alimentación		$x_i$	$\bar{c}_{pi}$
alc. etílico	4.37	0.69	0.72
cianuro de bencilo	1.47	0.23	0.46
agua	<u>0.5</u>	<u>0.08</u>	1.0
	6.34 Kg	1.0	

$$c_{pm} = 0.68 \text{ K cal/Kg}^\circ\text{K}$$

$$Q_g = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.68 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg} \text{ } ^\circ\text{K}} \times (347 - 291)^\circ\text{K} \times 1.15 = 44 \text{ Kcal}$$

calor latente: durante la separación se elimina alcohol etílico y agua. Suponiendo que el flujo de evaporación es similar al de la fase 1.1, el calor latente considerando sólo la evaporación de alcohol etílico es:

$$\text{alc. etílico } \lambda = 201 \text{ K cal/Kg}$$

$$Q_g = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 201 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 30 \text{ min} \times 1.15 = 347 \text{ K cal}$$

$$Q_t = 391 \text{ K cal}$$

### Reacción 1.3. Fase de purificación.

temp. de operación: 100°C a 10 mm de Hg

tiempo de operación: 0.5 horas

alimentación		$x_i$	$\bar{c}_{p_i}$
cianuro de bencilo	1.46	0.45	0.47
alc. etílico	<u>1.81</u>	<u>0.55</u>	0.77
	3.27 Kg	1.0	

$$c_{p_m} = 0.64 \text{ K cal/Kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q_g = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.64 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg} \text{ } ^\circ\text{K}} \times (373 - 291)^\circ\text{K} \times 1.15 = 61 \text{ Kcal}$$

calor latente: durante esta separación se elimina primero el alcohol etílico y se recupera posteriormente cianuro de bencilo, sin embargo para este cálculo sólo se consideró el calor latente del alcohol etílico.

$$Q_g = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 183 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 30 \text{ min} \times 1.15 = 316 \text{ Kcal}$$

$$Q_t = 377 \text{ K cal}$$

### Reacción 2.1. Fase de reacción.

temp. de operación: 90°C

tiempo de operación: 2.5 horas

alimentación		$x_i$	$\bar{z}_{p_i}$
cianuro de bencilo	1.44	0.25	0.47
ác. sulfúrico	2.29	0.41	0.36
ác. acético	0.73	0.12	0.52
agua	<u>1.27</u>	<u>0.22</u>	1.0
	5.73 Kg	1.0	

$$c_{p_m} = 0.54 \text{ K cal/Kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q_s = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.54 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg } ^\circ\text{K}} \times (363 - 291)^\circ\text{K} \times 1.15 = 45 \text{ Kcal}$$

suponiendo que se evapora principalmente agua, el calor latente  $Q_e$  es:

$$Q_e = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 539 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 150 \text{ min} \times 1.15 = 4649 \text{ Kcal}$$

$$Q_t = 4694 \text{ Kcal}$$

### Reacción 2.2. Fase de purificación.

disolución de ác. fenilacético impuro en agua a 85°C.

$$Q_t = 1 \text{ Kg} \times 1 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg } ^\circ\text{K}} \times (358 - 291)^\circ\text{K} \times 1.15 = 77 \text{ K cal}$$

### Reacción 3.1. Fase de reacción.

temp. de operación: 74°C

tiempo de operación: 3.0 horas

alimentación		$x_i$	$\bar{c}_{pi}$
ác. fenilacético	1.61	0.46	0.37
alc. etílico	1.61	0.46	0.72
ác. sulfúrico	<u>0.3</u>	<u>0.08</u>	0.36
	3.52 Kg	1.0	

$$c_{pm} = 0.53 \text{ K cal/Kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q_s = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.53 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg } ^\circ\text{K}} \times (347 - 291)^\circ\text{K} \times 1.15 = 34 \text{ Kcal}$$

para una evaporación principalmente de alc. etílico,  $Q_R$  es:

$$Q_R = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 201 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 180 \text{ min} \times 1.15 = 2081 \text{ Kcal}$$

$$Q_t = 2115 \text{ Kcal}$$

### Reacción 3.2. Fase de separación.

temp. de operación: 74°C

tiempo de operación: 0.5 horas

alimentación		$x_i$	$\bar{c}_{pi}$
fenilacetato de etilo	1.06	0.49	0.47
alc. etílico	0.65	0.31	0.72
agua	0.3	0.14	1.0
ác. fenilacético	<u>0.14</u>	<u>0.06</u>	0.37
	2.15 Kg	1.0	

$$c_{pm} = 0.61 \text{ K cal/Kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q_s = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.61 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg } ^\circ\text{K}} \times (347 - 291)^\circ\text{K} \times 1.15 = 39 \text{ Kcal}$$

durante esta separación se elimina una mezcla de vapores de agua - alc. etílico, considerando sólo el calor latente de es te último:

$$Q_d = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 201 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 30 \text{ min} \times 1.15 = 347 \text{ K cal}$$

$$Q_t = 386 \text{ K cal}$$

### Reacción 3.3. Fase de separación.

temp. de operación: 111°C

tiempo de operación: 0.5 horas

alimentación		$x_i$	$\bar{c}_{p_i}$
fenilacetato de etilo	1.06	0.21	0.49
tolueno	4.0	0.77	0.45
alc. etílico	<u>0.1</u>	<u>0.02</u>	0.79
	5.16 Kg	1.0	

$$c_{p_m} = 0.46 \text{ K cal/Kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q_s = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.46 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg } ^\circ\text{K}} \times (384 - 291) ^\circ\text{K} \times 1.15 = 50 \text{ K cal}$$

para la eliminación parcial del disolvente utilizado para ex tracción, el calor latente considerando la evaporación de to lueno ( $\lambda = 83 \text{ K cal/Kg}$ ) es:

$$Q_d = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 83 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 30 \text{ min} \times 1.15 = 143 \text{ K cal}$$

$$Q_t = 193 \text{ K cal}$$

### Reacción 3.4. Fase de purificación.

temp. de operación: 130°C a 10 mm de Hg

tiempo de operación: 1.0 hora

alimentación		$x_i$	$\bar{c}_{p_i}$
fenilacetato de etilo	1.06	0.54	0.51
tolueno	<u>0.9</u>	<u>0.46</u>	0.46
	1.96 Kg	1.0	

$$c_{p_m} = 0.48 \text{ K cal/Kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q_u = 1 \text{ Kg mezcla} \times 0.48 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg } ^\circ\text{K}} \times (403 - 291) ^\circ\text{K} \times 1.15 = 62 \text{ Kcal}$$

separación de fenilacetato de etilo; calor latente considerado  $\lambda = 85 \text{ K cal/Kg}$

$$Q_l = (1 \times 0.05) \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times 85 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}} \times 60 \text{ min} \times 1.15 = 294 \text{ K cal}$$

$$Q_t = 356 \text{ K cal}$$

Cálculo de la carga térmica total.

Utilizando cada uno de los valores de carga térmica calculados antes y considerando los datos experimentales de la relación entre Kg mezcla alimentada en cada fase y Kg de producto, el calor total requerido para producir ácido fenilacético y fenilacetato de etilo en los volúmenes fijados para el año de 1988 es el siguiente:

Producción ác. fenilacético = 19 096.2 Kg/año

$$Q_{1.1.} = 5.1 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 19096.2 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 2017 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 196 \ 436 \ 880 \frac{\text{K cal}}{\text{año}}$$

$$Q_{1.2.} = 8.3 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 19\ 096.2 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 391 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 61\ 972\ 898 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}$$

$$Q_{1.3.} = 3.4 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 19\ 096.2 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 377 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 24\ 477\ 509 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}$$

$$Q_{2.1.} = 5.74 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 19\ 096.2 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 4\ 694 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 514\ 519\ 610 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}$$

$$Q_{2.2.} = 13.63 \frac{\text{Kg agua}}{\text{Kg prod.}} \times 19\ 096.2 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 77 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg agua}} =$$

$$= 20\ 041\ 653 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}$$

Producción fenilacetato de etilo: 8 303 Kg/año

$$Q_{3.1.} = 3.51 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 8\ 303 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 2\ 115 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 61\ 638\ 566 \frac{\text{K cal}}{\text{año}}$$

$$Q_{3.2.} = 3.24 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 8\ 303 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 386 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 10\ 384\ 064 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}$$

$$Q_{3.3.} = 5.74 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 8\ 303 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 193 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 9\ 198\ 230 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}$$

$$Q_{3.4} = 2.8 \frac{\text{Kg mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 8\,303 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{año}} \times 356 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg mezcla}} =$$

$$= 8\,276\,431 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_t = 906\,945\,840 \text{ K cal/año}$$

A partir de los volúmenes anuales de producción de ácido fenilacético y fenilacetato de etilo fijados en el estudio de mercado, el consumo de energía calorífica estimado para el periodo de 1988 a 1997, es el siguiente:

año	Energía calorífica (K cal/año)
1988	906 945 840
1989	934 146 010
1990	962 186 640
1991	991 905 150
1992	1020 777 400
1993	1051 410 200
1994	1082 943 500
1995	1115 440 800
1996	1148 898 400
1997	1183 346 600

Si el consumo de energía calorífica es cubierto por el uso de vapor saturado de baja presión, generado por una caldera de vapor cuya presión de descarga es de 9.0 Kg/cm<sup>2</sup>, el

consumo anual de vapor para 300 días laborables es el siguiente:

vapor saturado de baja presión.

presión: 135 lb/in<sup>2</sup> (9 Kg/cm<sup>2</sup>)

calor latente del vapor: 870 BTU/lb (482.8 K cal/Kg)

consumo de vapor	
año	(Kg/año)
1988	1 878 513
1989	1 934 851
1990	1 992 931
1991	2 054 485
1992	2 114 287
1993	2 177 735
1994	2 243 048
1995	2 310 358
1996	2 379 657
1997	2 451 008

#### 4.3. Estimación de los equipos requeridos.

Reactor T-1. Recipiente para reacción.

tipo de reacción: endotérmica.

mezcla: cloruro de bencilo/etanol y cianuro de sodio/  
agua, a 85°C.

capacidad: 5.5 l/Kg producto a 75% de su capacidad.

presión de operación: 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> manométrica.

materiales de construcción: parte interna de reactor  
de ac. inoxidable 316.

para una producción máxima de 24 916 Kg de ác. fenilacético/  
año (83 Kg/día):

$$\text{vol. mezcla} = 5.5 \frac{\text{1 mezcla}}{\text{Kg prod.}} \times 83 \text{ Kg prod.} = 0.457 \text{ m}^3$$

$$\text{vol. reactor} = 0.457 \times 1.25 = 0.57 \text{ m}^3$$

$$\text{reactor comercial disponible: } 0.75 \text{ m}^3$$

$$\text{dimensiones: diámetro } 0.8 \text{ m}$$

$$\text{altura parte recta } 1.5 \text{ m}$$

espesor placa del reactor:

diseñando por esfuerzo circunferencial (código ASME Secc.  
VIII)

$$t = \frac{Pr}{SE - 0.6P} + c$$

para ac. inox. tipo 316,  $S = 17\ 350 \text{ PSI}$ .

especificando para eficiencia de junta  $E = 0.8$ ,  $c = 0$

presión de diseño =  $22 \text{ lb/in}^2 + 30 \text{ lb/in}^2 = 52 \text{ lb/in}^2$

$$t = 0.059 \text{ pulg. (1/16 pulg.)}$$

espesor comercial de placa:  $3/16 \text{ pulg.}$

tapas del reactor: de acuerdo a la relativa sencillez

de su fabricación y su economía, se especifican tapas

de tipo torisféricas de acero inox. 316 y espesor

$$t = 3/16 \text{ pulg.}$$

accesorios de reactor: serpentín de calentamiento loca  
lizado en la parte externa del reactor, instrumentación

mínima requerida.

sistema de agitación: agitador tipo propela, accionamiento con motor eléctrico.

Tanque T-2. Recipiente para destilación.

mezcla: cianuro de bencilo/alc. etílico/agua, a 100°C.

capacidad: 7.44 l mezcla / Kg de producto a 75% de su capacidad.

presión de operación: 10 mm de Hg.

materiales de construcción: parte interna del tanque de acero inoxidable 316.

$$\begin{aligned} \text{vol. mezcla} &= 7.44 \text{ l/Kg producto} \times 83 \text{ Kg prod.} = \\ &= 0.618 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{vol. recipiente} = 0.618 \times 1.25 = 0.77 \text{ m}^3$$

recipiente comercial disponible: 1.0 m<sup>3</sup>

dimensiones: diámetro 0.8 m

altura parte recta 2.0 m

espesor comercial placa del recipiente: 3/16 pulg.

tapas del recipiente: tipo torisféricas de acero inoxidable 316, de 3/16 pulg.

accesorios del tanque: como el tanque operará a una presión de 10 mm de Hg se especificarán atiesadores internos con el fin de evitar la contracción del tanque.

Instrumentación mínima requerida y serpentín de calentamiento localizado en la parte externa del tanque.

Tanque T-3. Recipiente receptor de cianuro de bencilo.

producto: cianuro de bencilo a 20°C.

capacidad: 1.46 l/Kg producto a 75% de su capacidad.

presión de operación: presión atmosférica.

material de construcción: polietileno.

vol. líquido =  $1.46 \frac{1}{\text{Kg prod.}} \times 83 \text{ Kg prod.} = 0.121 \text{ m}^3$ .

vol. recipiente =  $0.121 \times 1.25 = 0.16 \text{ m}^3$ .

recipiente comercial disponible:  $0.2 \text{ m}^3$ .

#### Reactor T-4. Recipiente para reacción.

tipo de reacción: endotérmica.

mezcla: cianuro de bencilo/ác. acético/ác. sulfúrico/  
agua, a 90°C.

capacidad: 4.7 l/Kg producto a 75% de su capacidad.

presión de operación:  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$  manométrica.

materiales de construcción: parte interna de acero  
inox. 316.

vol. mezcla =  $4.7 \frac{1}{\text{Kg prod.}} \times 83 \text{ Kg prod.} = 0.39 \text{ m}^3$ .

vol. reactor =  $0.39 \times 1.25 = 0.487 \text{ m}^3$ .

recipiente comercial disponible:  $0.5 \text{ m}^3$ .

dimensiones: diámetro  $0.5 \text{ m}$

altura parte recta  $2.5 \text{ m}$

espesor comercial placa de recipiente: 3/16 pulg.

tapas de recipiente: tipo torisféricas de ac. inox.

316, de 3/16 pulg.

accesorios del recipiente: serpentín de calentamiento  
localizado en la parte externa del reactor, instrumen-  
tación mínima requerida.

sistema de agitación: agitador tipo propela, accionamiento con motor eléctrico.

Tanque T-5. Recipiente para cristalización de producto crudo.

mezcla: ác. fenilacético/cianuro de bencilo/mezcla ácida/agua, a 25°C máx.

capacidad: 24.2 l/Kg producto a 90% de su capacidad.

presión de operación: presión atmosférica.

materia de construcción: acero al carbón SA-283-C

vol. mezcla =  $24.2 \frac{1}{\text{Kg prod.}} \times 83 \text{ Kg prod.} = 2.0 \text{ m}^3$ .

vol. recipiente =  $2.0 \times 1.1 = 2.2 \text{ m}^3$ .

recipiente comercial disponible: 1.0 m<sup>3</sup>, abierto.

dimensiones: diámetro 0.8 m

altura 2.0 m

espesor placa de reactor: de acuerdo al código API 650

el espesor de placa para recipientes atmosféricos se

calcula de acuerdo a la siguiente relación:

$$t = \frac{d(H-1)}{2SE} \frac{12 D}{144} + c$$

con:  $d = 65.4 \text{ lb/ft}^2$ ;  $H = 6.58 \text{ ft (2 m)}$ ;  $D = 31.5 \text{ pulg}$

$(0.8 \text{ m})$ ;  $S = 12 \text{ 650 PSI}$ ;  $E = 0.8$ ;  $c = 1/8 \text{ pulg}$ .

$t = 0.172 \text{ pulg (3/16 pulg)}$

espesor comercial disponible: 1/4 y 1/2 pulg.

se especificaron 2 recipientes de acero al carbón SA-

283-C de 1/4 de pulg. de espesor, tipo abierto, con ta-

pa inferior plana y para una capacidad de 1.0 m<sup>3</sup>.

recubrimiento interno de tanque: recubrimiento tipo CARBOXIN-11.

**Tanque T-6. Recipiente para purificación de producto.**

mezcla: ác. fenilacético/agua, a 85°C máx.

capacidad: 13 l/Kg producto a 90% de su capacidad.

presión de operación: presión atmosférica.

materiales de construcción: acero inoxidable 316.

vol. mezcla = 13 l/Kg prod.  $\times$  83 Kg prod. = 1.08 m<sup>3</sup>

vol. recipiente = 1.08  $\times$  1.1 = 1.18 m<sup>3</sup>

recipiente comercial disponible: 1.0 y 1.5 m<sup>3</sup>

espesor comercial placa de recipiente: 3/16 pulg.

se especificó un recipiente de acero inox. 316 de 3/16 pulg., tipo abierto, con tapa inferior plana y para una capacidad de 1.5 m<sup>3</sup>.

**Reactor T-7. Recipiente para reacción.**

tipo de reacción: endotérmica.

mezcla: ác. fenilacético/alc. etílico/ác. sulfúrico, a 74°C.

capacidad: 2.7 l/Kg producto a 75% de su capacidad.

presión de operación: 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>

materiales de construcción: parte interna del reactor de ac. inox. 316.

para una producción máxima de 10 833 Kg fenilacetato etilo/año (36.2 Kg/día):

vol. mezcla =  $2.7 \text{ l/Kg prod.} \times 36.2 \text{ Kg prod.} = 0.098 \text{ m}^3$

vol. recipiente =  $0.098 \times 1.25 = 0.123 \text{ m}^3$

recipiente comercial disponible:  $0.2 \text{ m}^3$

dimensiones: diámetro 0.5 m

altura parte recta 1.0 m

espesor comercial de placa del recipiente: 3/16 pulg.

tapas del recipiente: tipo torisféricas de ac. inox.  
316, de 3/16 pulg.

accesorios del recipiente: serpentín de calentamiento  
localizado en la parte externa del reactor, instrumenta  
ción mínima requerida.

sistema de agitación: agitador tipo propela, acciona  
miento con motor eléctrico.

#### Tanque T-8. Recipiente para destilación.

mezcla: fenilacetato de etilo/alc. etílico/tolueno, a  
130°C.

capacidad: 6 l/Kg producto a 75% de su capacidad.

presión de operación: 10 mm de Hg.

materiales de construcción: parte interna de ac. inox.  
316.

vol. mezcla =  $6 \text{ l/Kg prod.} \times 36.2 \text{ Kg prod.} = 0.218 \text{ m}^3$

vol. recipiente =  $0.218 \times 1.25 = 0.273 \text{ m}^3$

recipiente comercial disponible:  $0.5 \text{ m}^3$

dimensiones: diámetro 0.5 m

altura parte recta 2.5 m

espesor comercial placa de recipiente: 3/16 pulg.

tapas de recipiente: tipo torisféricas de ac. inox.  
316, de 3/16 pulg.

accesorios del recipiente: serpentín de calentamiento  
localizado en la parte exterior del reactor, instrumen-  
tación mínima requerida y atiesadores internos.

Tanque T-9. Recipiente receptor de disolvente AE.

disolvente: alc. etílico a 25°C máx.

capacidad: 0.85 l/Kg de producto a 75% de su capacidad.

presión de operación: presión atmosférica.

materia de construcción: polietileno.

vol. real = 0.85 l/Kg prod.  $\times$  36.2 Kg prod.  $\times$  1.25 = 39 l

recipiente comercial disponible: 0.2 m<sup>3</sup>

Tanque T-10. Recipiente receptor de disolvente T.

disolvente: tolueno a 25°C máx.

capacidad: 4.9 l/Kg de producto a 75% de su capacidad.

presión de operación: presión atmosférica.

materia de construcción: polietileno.

vol. real = 4.9 l/Kg prod.  $\times$  36.2 Kg prod.  $\times$  1.25 =

0.222 m<sup>3</sup>

recipiente comercial disponible: 0.2 m<sup>3</sup>. Se especifica-  
rán 2 recipientes de 0.2 m<sup>3</sup> cada uno.

Tanque T-11. Recipiente receptor de producto FE.

Producto: Fenilacetato de etilo a 25°C máx.

capacidad: 35 l a 75% de su capacidad.

presión de operación: presión atmosférica.

material de construcción: polietileno.

vol. real =  $35 \text{ l} \times 1.25 = 44 \text{ l}$

recipiente comercial disponible:  $0.2 \text{ m}^3$

**Tanque T-12. Recipiente para almacenamiento.**

líquido: ácido sulfúrico de 98% a 20°C máx.

capacidad:  $3.3 \text{ m}^3$  a 75% de su capacidad.

material de construcción: acero al carbón SA-283-C,  
espesor de 1/4 pulg.

vol. real =  $3.3 \times 1.25 = 4.1 \text{ m}^3$

se especificó un recipiente cilíndrico vertical de acero comercial de tapas planas para una capacidad de  $5.0 \text{ m}^3$  y considerando que el volumen calculado es el correspondiente a 1 mes de operación normal.

dimensiones preliminares: diámetro 1.5 m

altura 2.8 m

**Tanque T-13. Recipiente para almacenamiento.**

líquido: alcohol etílico de 95% a 20°C máx.

capacidad:  $16 \text{ m}^3$  a 75% de su capacidad.

material de construcción: polietileno.

vol. real =  $16 \times 1.25 = 20 \text{ m}^3$

recipiente comercial disponible:  $5 \text{ m}^3$

se especificaron 4 recipientes de polietileno de  $5.0 \text{ m}^3$  cada uno.

Tanque T-14. Recipiente para almacenamiento.

líquido: cloruro de bencilo a 20°C máx.

capacidad: 4.1 m<sup>3</sup> a 80% de su capacidad.

material de construcción: polietileno.

vol. real = 4.1 x 1.2 = 4.9 m<sup>3</sup>

recipiente comercial disponible: 5.0 m<sup>3</sup> (diámetro  
1.5 m)

se especificó un recipiente de polietileno de 5.0 m<sup>3</sup>

Equipo separador sólido - líquido: centrifuga de canasta.

método de separación: sedimentación - centrifugación.

tipo de centrifuga: canasta perforada.

operación: por lotes.

capacidad: 457 l/hr (121 gph) con 13.7% de sólidos.

#### DATOS PARA ESPECIFICACION.

##### 1.0. Proceso.

Proceso general: carga de la mezcla líquido - sólido,  
centrifugación, descarga de sólidos, lavado de canasta,  
carga de mezcla líquido - sólido, etc.

Objetivo: separación de sólidos del producto líquido,

Proceso: por lotes.

Fuente de energía: energía eléctrica 220 v / 110 v,  
60 ciclos.

## 2.O. Alimentación.

Flujo: 457 l/hora

proceso continuo: \_\_\_\_\_ gpm; \_\_\_\_\_ l/día; \_\_\_\_\_ Kg sólidos secos/hr.

proceso por lotes: volumen de lote   \*   l; ciclo total por lote   \*   minutos.Condiciones de alimentación: Temp. máx./mín.: 40°/20°C.  
pH 3-4; viscosidad 1,46 cps.Análisis químico corriente líquida: gravedad específica = 1,05; cianuro de bencilo 23%, alc. etílico 68%, cloruro de bencilo 3%, agua 6%.Análisis químico corriente sólida: NaCl 79%, agua 19%, cianuro de bencilo 2%.Sólidos en la mezcla: NaCl 13.7% peso.Sólidos en la canasta: húmedos   \*   %; secos   \*   %.Otros sólidos: no los hay.Impurezas: no las hay.Componentes volátiles: a la temperatura de operación no los hay.

## 3.O. Sedimentación y filtración.

Flujo de filtración:   \*   l/(min.) (m<sup>2</sup>); presión de vacío   \*   mm Hg.Tiempo de formación de la torta   \*   seg.; espesor de la torta   \*   cm.Sedimentación de sólidos por gravedad   3   cm/min.Volumen final de líquido después de sedimentación   87   %.

## 4.O. Preparación de la alimentación.

Anti-espumantes: no requeridos.Floculantes: no requeridos.Disolventes: no requeridos.

## 5.O. Proceso de lavado.

Lavado de canasta: requerido.Líquido para lavado: alc. etílico de 95% a 18°C mínimo.Flujo para lavado: 3.28 Kg/Kg sólidos.

## 6.O. Sólidos separados.

Sólidos finales clarificados máx:    \*    %.Residuos sólidos adicionales: no los hay %.Sólidos en filtrado:           \*           %.

## 7.O. Materiales de construcción.

Canasta    \*    ; malla    \*    ; rotor    \*    ; tubería      
   \*    ; accesorios    \*    ; empaque    \*    .

Nota: Los datos marcados con (\*), son proporcionados por el fabricante del equipo.

## Sistema de vacfo. Bombas.

Equipo utilizado para efectuar la operación de destilación a una presión de 10 mm de Hg.

Considerando que la mezcla máxima alimentada para destilarse es de 309 l/día y suponiendo que la operación de destilación

se efectúa en 1 hora, el flujo de vapores que debe succionar la bomba de vacío es de 309 l/hr (0.18 ft<sup>3</sup>/min) a 10 mm de Hg. De la figura 6-9 de Ludwig (29), para esta presión de operación el tipo de bomba para vacío recomendada es: bomba rotatoria con sello de aceite:

Las capacidades para este tipo de bomba de acuerdo a información disponible (30) son:

bomba de vacío de aspa rotatoria: 2 a 50 ft<sup>3</sup>/min.

bomba de vacío de pistón rotatorio: 10 a 1200 ft<sup>3</sup>/min.

Se especificó una bomba para vacío tipo rotatoria de aspa.

Secador.

Equipo requerido para el proceso de secado de ácido fenilacético sólido.

Secador: tipo charolas.

Características del sólido por secar:

humedad debida principalmente a agua presente, no hay disolventes orgánicos en el sólido húmedo.

punto de fusión del sólido: 76 - 78°C.

contenido de humedad:

humedad inicial = 50 a 60 g agua/Kg producto.

humedad final = 1 a 5 g agua/Kg producto.

Ecuación de diseño:

$$W = \frac{S}{A} - \frac{dx}{d\theta}$$

W: velocidad de secado, Kg/hr m<sup>2</sup>

A: área específica de secado, m<sup>2</sup>

S: peso del sólido por secar, Kg/hr

$\frac{dx}{d\theta}$  = velocidad diferencial de secado, Kg/hr m<sup>2</sup>

datos experimentales: W = 0.174 Kg/hr m<sup>2</sup>

$$\frac{dx}{d\theta} = 2$$

para una producción máxima de 83 Kg de producto seco/día por procesar en 6 horas (S = 13.83), el área de secado necesaria es:

$$A = \frac{S}{(W + \frac{dx}{d\theta})}$$

$$A = \frac{13.83}{(0.174 + 2)} = 6.4 \text{ m}^2$$

Secador de charolas comercial:

área efectiva de secado: 3,75 m<sup>2</sup>

medio de secado: corriente de vacío y calentamiento indirecto de la cámara de secado con vapor saturado de 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Como el tiempo de secado por lote es de 30 minutos, el secador comercial anterior sí resulta apropiado para el presente proceso.

Caldera.

Energía calorífica máxima requerida:

3 944 489 K cal/día. (15 652 734 BTU/día).

para una caldera comercial disponible con una presión de descarga de 9.5 Kg/cm<sup>2</sup>:

$$\lambda = 483 \text{ K cal/Kg} \quad (870 \text{ BTU/lb})$$

consumo de vapor saturado:

$$\text{vapor} = \frac{3\,944\,489 \text{ K cal/día}}{483 \text{ K cal/Kg}} = 8\,167 \text{ Kg/día}$$

capacidad real requerida de la caldera  $c_r$ :

$$c_r = \frac{w(h - h_0)}{8\,440} \text{ caballos - caldera}$$

donde:

w: cantidad de vapor necesario, Kg/hr

h: calor latente del vapor de salida, K cal/Kg

$h_0$ : calor del agua alimentada, K cal/Kg

Se dice que una caldera tiene una capacidad de 1 caballo - caldera (c.c.) cuando es capaz de producir 15.65 Kg/hora de vapor saturado a 100°C cuando se alimenta agua a la misma temperatura (31).

Suponiendo que se alimenta agua a 50°C y se opera la caldera durante 8 horas, la capacidad real es:

$$c = \frac{1\,021(483 - 50)}{8\,440} = 53 \text{ c.c.}$$

caldera comercial disponible: caldera - paquete de 70, 80 y 100 c.c.

el paquete incluye: sistema de instrumentación para control, unidad suavizadora, chimenea de descarga de gases de combustión, tanque para combustible (diesel), tanque para purgas y soportería para instalación.

Se especificó una caldera - paquete de 70 c.c.

**Intercambiador de calor.**

**Servicio:** condensación de los vapores succionados por la bomba de vacío.

**Vapores por condensar:** 315 Kg/hr de una mezcla de cianuro de bencilo / alc. etílico, de 100° a 20°C.

**c<sub>p</sub> promedio de los vapores:** 0.29 K cal/Kg °K

**Carga térmica de los vapores por condensar:**  $Q = mc_p \Delta T$

$$Q = 315 \text{ Kg/hr} \times 0.29 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{K} \times (373 - 293)^\circ\text{K} = 7308.0 \text{ Kcal/hr}$$

**Flujo de agua por alimentar:**  $m = Q/c_p \Delta T$

$$m = \frac{7308 \text{ Kcal/hr}}{1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{K} \times (323 - 291)^\circ\text{K}} = 228.4 \text{ Kg/hr}$$

**Intercambiador:**

**Núm. de pasos:** 2 por tubos, 1 por coraza

**Dimensiones:** 25 cm DI coraza; área = 1.27 m<sup>2</sup>

**Tubos núm./diám./long./BWG/Pitch:** 56/3/4 pulg./2.4 m/16/triangular, 1 pulg.

**velocidad, m/seg:** 1.0 por tubos  
2.0 por coraza

**ΔP, Kg/cm<sup>2</sup>:** 0.5 por tubos  
0.5 por coraza

**R<sub>d</sub> sucio:** 0.023 hr m<sup>2</sup> °C/K cal (lado de tubos)  
0.071 hr m<sup>2</sup> °C/K cal (lado coraza)

**Materiales:**

tubos:	ac. inox. 316	bridas:	SA-181
coraza:	SA-285 Gr C.	espejos:	ac. inox. 316
tapa domo:	SA-283 Gr B.	mamparas:	ac. inox. 316
tapa fondo:	SA-204 Gr B.		

## DATOS PARA ESPECIFICACION

Circulación del fluido. Flujos, Kg/hr		LADO DE CORAZA	LADO DE TUBOS
		agua líquida 228.4	mezcla de vapores 315
<b>Líquido:</b>			
gravedad específica		1.0	—
conductividad térmica	Kcal/hrm°C	0.56	—
calor específico	Kcal/Kg°C	1.0	—
viscosidad	cp	1.0	—
peso molecular	Kg/Kg mol	18	—
<b>Vapor:</b>			
calor latente	Kcal/Kg	—	188.7
peso molecular	Kg/Kg mol	—	77.7
conductividad térmica	Kcal/hrm°C	—	0.15
calor específico	Kcal/Kg°C	—	0.29
viscosidad	cp	—	1.81
densidad	Kg/l	—	0.89
Temperatura i/f:	°C	18/50	100/20

**Bomba centrífuga.**

**Servicio:** alimentación de agua para enfriamiento en los equipos de proceso.

**Potencia requerida por motor eléctrico.**

$$\text{BHP} = \frac{H \times Q \times Sg}{3960 \times N}$$

**cabeza dinámica:** de acuerdo a la localización de los diversos equipos que requieren agua para enfriamiento así como el número de ellos, se estima una cabeza dinámica H de 90 ft.

**flujo de agua considerado:** Q = 10 gpm

**eficiencia considerada de bomba:** N = 50%

Sg = 1.0

$$\text{BHP} = \frac{90 \times 10 \times 1.0}{3960 \times 0.5} = 0.45 \text{ HP}$$

Se especificará un motor eléctrico de 1.0 HP, bifásico de 120 volts.

Costo de equipos:

(Valor en pesos)

(1) Tanque reactor agitado, ac. inox., 1.0 m <sup>3</sup>	2 850 000.
(1) Tanque para destilación, ac. inox., 1.0 m <sup>3</sup>	2 400 000.
(1) Tanque reactor agitado, ac. inox., 0.5 m <sup>3</sup>	1 500 000.
(1) Tanque para cristalización de producto, ac. al carbón, 1.0 m <sup>3</sup>	375 000.
(1) Tanque para purificación de producto, ac. inox., 1.0 m <sup>3</sup>	1 350 000.
(3) Tanques para almacenamiento, polietileno, 5.0 m <sup>3</sup>	405 000.
(1) Tanque para almacenamiento, ac. al carbón, 5.0 m <sup>3</sup>	750 000.
(1) Centrifuga de canasta, ac. inox., 25 l	900 000.
(2) Bombas para vacío de aspa rotatoria, 3.5 m <sup>3</sup> /hr	750 000.
(1) Secador tipo charolas, ac. al carbón, 3.75 m <sup>2</sup>	975 000.
(1) Intercambiador de calor, coraza y tubos, 1.27 m <sup>2</sup>	3 000 000.
(1) Bomba centrífuga, ac. al carbón, 1.0 HP	75 000.
(1) Caldera-paquete, de tubos de humo, 70 c.c., presión de descarga 9.5 Kg/cm <sup>2</sup>	<u>16 000 000.</u>
	31 330 000.

## **CAPITULO 5. ASPECTO ADMINISTRATIVO.**

**5.1. Estimación de las inversiones.**

**5.2. Estimación de los costos  
directos de operación.**

**5.3. Estimación de los costos  
indirectos de operación.**

## CAPITULO 5

## ASPECTO ADMINISTRATIVO

En este capítulo se estimaron los costos requeridos para la preparación de los productos químicos ácido fenilacético y fenilacetato de etilo en los volúmenes anuales ya fijados, para ello se calculó primeramente el valor que representan los costos fijos de producción que incluyen básicamente: el terreno para la instalación del centro de trabajo y la maquinaria y los equipos requeridos para la producción, posteriormente se estimaron los costos directos e indirectos de producción, todo ello de acuerdo a criterios establecidos (32).

## 5.1. Estimación de las inversiones.

5.1.1. Terreno.- Debido al tipo de mercado por satisfacer y su localización geográfica, se estimó conveniente localizar a la empresa en un lugar cercano a los centros de abasto de materia prima y de consumo de nuestros productos, por ello se decidió adquirir un lote industrial en el Estado de México. De acuerdo a las disposiciones del gobierno de nuestro país (33) este sitio está incluido dentro de la zona de prioridad III que incluye a su vez dos áreas definidas, de ellas se decidió localizarlo dentro de la zona III-B que se refiere al área de consolidación económica.

A pesar de que la empresa no presenta grandes problemas de contaminación ambiental, la decisión se realizó en base

al abastecimiento de agua y energía eléctrica principalmente, así como para evitar altos costos por la distribución de los productos terminados.

Para una superficie requerida de terreno de 500 m<sup>2</sup> el valor estimado del mismo fué de \$4'000,000.00, esto de acuerdo a la información proporcionada por diversas fuentes de consulta.

Dentro de esta cantidad asignada se incluye la parte correspondiente al acondicionamiento del edificio, considerando para ello un valor entre el 20 y 60% sobre el valor original del terreno.

5.1.2. Gastos de instalación.- El valor asignado representa el 10% del costo total de los equipos necesarios e incluyó el costo de la mano de obra y materiales necesarios para los detalles de la construcción instalación de los equipos de proceso.

5.1.3. Costo de maquinaria y equipo.- Una parte de esta inversión ya fué calculada en el capítulo del estudio preliminar de ingeniería el cual incluía los equipos requeridos para la producción. A continuación se incluye el costo correspondiente al sistema de tuberías de proceso y de servicio, entre 30 y 60% sobre el costo por instalación de los equipos, estimando para este costo un valor de \$3'200,000. Además se incluye una cantidad proporcional por contingencias no previstas en la instalación de los equipos (entre el 5 y 20% del costo de este último concepto).

maq. y equipo de prod.	31 330 000.
tuberías de proceso y aux.	1 600 000.
contingencias	<u>570 000.</u>
	33 500 000.

5.1.4. Mobiliario y equipo de oficina.- Se destinó una inversión de \$2'500,000.00 para adquirir el mobiliario y máquinas necesarias de oficina.

5.1.5. Equipo de transporte.- Para la distribución de los productos de la empresa es necesario adquirir una camioneta de reparto, esta misma podría utilizarse en algunos casos para el abastecimiento de pequeñas cantidades de materia prima del proceso. Se asignó una cantidad de \$5'000,000.00 para la adquisición de un equipo de transporte.

5.1.6. Equipo de laboratorio.- Se destinó una cantidad de \$7'000,000.00. Esta inversión se distribuyó para adquirir equipo de vidrio para efectuar las pruebas de control de calidad de las materias primas del proceso y de los productos terminados, así como para la adquisición de los aparatos para determinar algunas constantes físicas tales como punto de fusión y densidad.

## 5.2. Costos directos de operación.

5.2.1. Materias primas.- El costo anual de las materias primas se calculó anteriormente en el estudio preliminar de ingeniería previendo disponer de inventarios para 15 días de operación normal. Para el caso de los productos químicos auxiliares del proceso, también se fijó este volumen de inventario.

5.2.2. Mano de obra.- La determinación de la mano de obra

requerida por la empresa se realizó en base a la magnitud de la producción así como al estudio de tiempos y movimientos previsto. Para la primera de estas se propuso efectuarla por lotes planeados para un sólo horario de labores. En forma preliminar, los recursos humanos requeridos y el valor de los salarios correspondientes y referidos a los esperados para el último semestre del año de 1986, son los siguientes:

COSTO MANO DE OBRA (miles de pesos)

Area	Núm. de empl.	Salario (\$/mes)	Salario (\$/año)	Otras percep- ciones (\$/año) gratíf.	vac.	percepción anual (\$)
<b>PRODUCCION</b>						
supervisor	1	130.0	1 560.0	130.0	32.5	1 722.5
obreros	5	511.5	6 138.0	511.5	127.875	6 777.375
control de calidad	1	110.0	1 320.0	110.0	27.5	1 457.5
<b>MANTENIMIENTO</b>						
oficial	1	130.0	1 560.0	130.0	32.5	1 722.5
<b>ADMINISTRACION</b>						
contador	1	150.0	1 800.0	150.0	37.5	1 987.5
secretaria	1	120.0	1 440.0	120.0	30.0	1 590.0
velador	2	250.0	3 000.0	250.0	62.5	3 312.5
chofer	1	120.0	1 440.0	120.0	30.0	1 590.0
auxiliar gral.	1	105.0	1 260.0	105.0	26.250	<u>1 391.250</u>
SUBTOTAL						21 551.125
						+
CUOTAS IMSS						<u>2 020.415</u>
T O T A L						<u>23 571.540</u>

En forma general, el valor correspondiente a otras percepciones se calculó en base al nivel de cuotas establecido.

por la Ley Federal de Trabajo vigente en nuestro país, en tanto que el valor de las cuotas por pagar al IMSS se calculó en función del grupo salarial W clasificado por dicho instituto.

De acuerdo a la tendencia observada en años anteriores en la variación salarial, se considera que ésta se incrementará en forma promedio en 40% por semestre durante el periodo del año de 1988 a 1997.

5.2.3. Suministro de servicios.- Los servicios auxiliares para la producción aquí considerados son principalmente: energía eléctrica, vapor y agua.

Energía eléctrica.- El costo de este servicio se calculó considerando el consumo necesario para la iluminación de las áreas de trabajo y la cantidad consumida por máquinas utilizadas en producción y en oficina, el consumo estimado es el siguiente:

iluminación 15 lámparas x 0.1 Kw x 8 horas =	12 Kw
máquinas y herramientas	= <u>14 Kw</u>
	26 Kw

suponiendo una demanda continua de energía eléctrica durante 8 horas y un costo unitario de \$27.5/Kw-hr, el costo correspondiente es:

$$3.25 \text{ Kw} \times 8 \text{ horas} \times \frac{\$27.5}{\text{Kw-hr}} = \frac{\$715.00}{\text{día}} \quad (\$246,700.00/\text{año})$$

Vapor.- El costo para la generación de vapor es fijado básicamente por el costo del combustible y agua alimentados así como

los costos derivados para su producción. Considerando la máxima demanda de vapor estimada en el estudio preliminar de ingeniería y su aprovechamiento eficiente, el costo del vapor utilizando diesel como combustible ( $P_c = 8605 \text{ K cal/l}$ ) es: \$71,300.00/día (\$17'825,000.00/año).

Agua.- El consumo de agua para servicios aquí estimado es el agua para usos generales utilizada en la empresa para labores de limpieza de los equipos de proceso y las áreas de trabajo así como para el aseo y consumo humano. Tomando en cuenta datos citados por literatura (31), el consumo de agua en función de la relación l/día/obrero/turno en fábricas es:

demanda estimada:  $1.4 \text{ m}^3/\text{día}$

costo anual: \$100,800.00 (año base de 1986)

5.2.4. Mantenimiento y reparación.- Para la asignación de este costo se incluyó tanto los materiales como la mano de obra y supervisión requerida considerando además, el intervalo del 2 al 20% sobre el costo total del equipo e instalaciones de acuerdo a las condiciones de operación.

Suponiendo condiciones de operación no rigurosas (32) el costo estimado es de \$3'000,000.00/año.

5.2.5. Suministros de operación.- En este costo se incluyeron los elementos de consumo auxiliar tales como materiales de limpieza, refacciones menores para maquinaria y equipos,

combustible para el equipo de transporte, etc. Para este concepto se estimó un valor anual del 15% sobre el costo de mantenimiento y reparación citado anteriormente.

5.3. Costos indirectos de producción.- Los conceptos incluidos en este costo son básicamente la depreciación y el valor del seguro aplicado a la planta y equipos de producción y que forman parte del activo fijo de la empresa.

En el caso de los equipos de trabajo, de acuerdo a lo establecido por la Ley del ISR vigente, puede aplicarse una depreciación acelerada o bien de acuerdo a los porcentajes autorizados (34). En el presente estudio se aplicaron ambos criterios considerando una vida útil de la empresa de 10 años. De esta forma el valor estimado de la depreciación para el primer año es el siguiente:

	Valor inicial	Depreciación (1987)
maq. y equipo	33 500 000.	3 350 000.
equipo de transporte	5 000 000.	500 000.
mob. y equipo de ofna.	2 500 000.	250 000.
equipo de laboratorio	7 000 000.	700 000.
edificio	<u>5 000 000.</u>	<u>500 000.</u>
	\$53 000 000.	\$5 300 000.

Seguro de la planta.- Considerando que el grado de riesgo en la operación no es elevado, se adquirió un seguro que ampara las instalaciones y los diversos equipos de producción de la empresa por un valor equivalente al 1% sobre el costo de los mismos. Valor del seguro adquirido: \$530,000.00.

## CAPITULO 6. ASPECTO CONTABLE

6.1. Estimación del Balance  
General proforma.

6.2. Estimación del Estado de  
Resultados proforma.

6.3. Formato de cálculo.

## CAPITULO 6

## ASPECTO CONTABLE

En esta parte de la evaluación económica del presente estudio, se establecieron los dos documentos contables más importantes, el Balance General y el Estado de Resultados, ambos para los 10 años próximos. Para la elaboración de estos documentos financieros se utilizó la información hasta aquí disponible, considerando además los siguientes criterios.

6.1. Balance General proforma.

6.1.1. Efectivo en caja.- El necesario para cubrir 30 días de sueldos y gastos generales menores de la empresa (32).

6.1.2. Efectivo en bancos.- El necesario para cubrir los gastos mayores de la empresa tal como la adquisición de materias primas en forma mensual y contingencias no previsibles.

6.1.3. Cuentas por cobrar.- De acuerdo a la política de ventas establecida en la empresa, se fijó vender el 50% del total de los productos a crédito por 15 días.

6.1.4. Ventas totales.- El valor para este concepto corresponde al calculado anteriormente en el estudio de mercado.

6.1.5. Inventarios.- La estimación económica de los inventarios incluye tres conceptos, cada uno de ellos con un valor específico:

- a) Materias primas.- Las existencias se establecieron para 15 días sobre el consumo anual esperado de las mismas.
- b) Productos en proceso.- Su valor se asignó como el correspondiente a ocho días de la producción anual estimada y considerando para su evaluación, el costo de las materias primas utilizadas y un factor adicional del 20% por concepto de costos de producción.
- c) Producto terminado.- El valor económico para este concepto se consideró equivalente a 8 días sobre la producción anual fijada y tomando en cuenta el costo unitario de los productos calculado en el inciso 4.1.2.

6.1.6. Otros activos.- En esta cuenta del Balance General se incluyeron los conceptos seguro de la planta y los gastos de constitución de la empresa. El primero de estos fué estimado en el inciso 5.3., en tanto que para el otro concepto se asignó aquí un valor de \$400,000.00.

6.1.7. Cuentas por pagar.- El valor total por cubrir incluye el pago de materias primas y los productos químicos auxiliares. Se estableció el pago a proveedores considerando que se paga el 50% de la mercancía en efectivo y el 50% a crédito por cubrir en 15 días.

6.1.8. Gastos devengados.- En este concepto se incluyó el pago de salarios estimado en forma mensual y efectuado semanalmente.

## 6.2. Estado de Resultados proforma.

6.2.1. Costo de lo vendido.- En forma condensada incluye los costos por manufactura, por materias primas, inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado así como el costo correspondiente a mano de obra. Para este último se consideró en un sólo cálculo el costo tanto de la mano de obra directa como la de tipo indirecta de producción, el costo para los otros conceptos son los citados en los incisos 4.1.2 y 6.1.5.

6.2.2. Costo de manufactura.- En la estimación de este concepto, el valor de las sub-cuentas mantenimiento y reparación y suministros de servicios y de operación se evaluaron de acuerdo a lo citado en el capítulo 5.

6.2.3. Gastos de ventas.- Se asignó un valor de \$2'700,000.00 considerando gastos de empaque, muestras probables por distribuir así como gastos de promoción de los productos.

6.2.4. Gastos financieros.- De acuerdo a las características específicas de este estudio técnico-económico se estimó un capital inicial necesario de \$76'200,000.00, el cual se aplicó para la compra de la maquinaria y los equipos de producción y para el pago de los costos directos de operación. Para estos últimos se estimó un costo equivalente a un máximo de dos meses de operación normal e incluyó la compra de materias primas, el pago de salarios, de los servicios y de los gastos preoperatorios necesarios.

Debido al elevado costo de financiamiento de capital se sugirió que el capital invertido necesario sea aportado en su totalidad por los posibles socios de la empresa. Dicho costo de financiamiento está en función principalmente de las tasas de interés por cubrir, las que a su vez son determinadas por el valor del costo porcentual promedio de captación (CPP), cifras elaboradas por el Banco Nacional de México y que aquí se citan en el cuadro Nº 21.

Algunos de los requerimientos para solicitar financiamiento económico, son mostrados en el apéndice incluido al final de este estudio.

6.2.5. Impuestos.- El valor de los impuestos aquí considerados incluyen el pago del ISR (42%) y el pago de reparto de utilidades. Para este último se aplicó la proporción del 10% sobre la utilidad gravable obtenida del ejercicio anual (35).

6.3. Formato de cálculo.- Con todas las consideraciones anteriores, el Balance General y el Estado de Resultados proforma se estimaron para el ciclo del año de 1988 a 1997 a valor constante. La corrección para cada uno de los periodos puede efectuarse aplicando índices apropiados tal como por ejemplo, el índice de precios implícitos correspondiente, ello con el fin de obtener las cifras en valor corriente.

	BALANCE GENERAL PROFORMA										
	(pesos constantes)										
	1986 = 100										
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
<b>ACTIVO CIRCULANTE</b>											
Caja y Bancos	3 399 600.	8 038 920.	13 340 730.	17 596 100.	23 270 770.	27 611 050.	31 982 470.	36 123 050.	40 334 290.	44 515 220.	42 362 250.
Inventarios	15 606 100.	19 577 880.	19 870 100.	42 178 500.	43 463 300.	44 746 500.	46 030 200.	47 311 220.	48 897 230.	50 362 300.	51 372 500.
Cuentas por cobrar	0	10 576 500.	10 913 660.	11 242 030.	11 556 440.	11 926 330.	12 234 140.	12 632 630.	13 032 330.	13 423 280.	13 925 650.
<b>TOTAL ACTIVO CIRCULANTE</b>	19 006 000.	38 213 100.	46 124 490.	73 016 630.	78 441 410.	84 283 740.	90 257 200.	96 216 300.	102 264 100.	108 300 300.	108 060 400.
<b>ACTIVO FIJO</b>											
Edificio	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.
Maquinaria y equipo	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.	33 500 000.
Equipo de transporte	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.	5 000 000.
Equipo de oficina	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.	2 500 000.
Equipo de laboratorio	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.	7 000 000.
Gastos de instalación	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.
Depreciación Acum.	5 100 000.	10 600 000.	15 900 000.	21 200 000.	26 500 000.	31 800 000.	37 100 000.	42 400 000.	47 700 000.	53 000 000.	53 000 000.
Amortización Acum.	1 750 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.	3 350 000.
<b>TOTAL ACTIVO FIJO</b>	59 300 000.	62 400 000.	67 100 000.	71 400 000.	76 500 000.	81 200 000.	85 900 000.	90 600 000.	95 300 000.	0	0
<b>OTROS ACTIVOS</b>											
Seguro de la planta	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.	530 000.
Gastos constitutivos	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.	400 000.
Amortización	306 000.	412 000.	713 000.	424 000.	710 000.	310 000.	310 000.	310 000.	710 000.	710 000.	930 000.
<b>TOTAL OTROS ACTIVOS</b>	526 000.	312 000.	212 000.	106 000.	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL DE ACTIVOS</b>	68 930 000.	100 931 100.	103 436 470.	104 922 930.	104 741 410.	105 483 740.	106 157 200.	106 346 700.	107 564 100.	108 300 300.	108 060 400.

BALANCE CENTRAL PROFORMA

(pesos constantes)

1961 - 100

	<u>1962</u>	<u>1966</u>	<u>1969</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	<u>1997</u>	<u>1993</u>	<u>1994</u>	<u>1995</u>	<u>1996</u>	<u>1997</u>
<b>PASIVO A CORTO PLAZO</b>											
Cuentas por pagar	15 606 400.	15 606 400.	15 721 790.	16 637 230.	17 135 710.	17 644 740.	18 174 500.	18 719 200.	19 281 400.	19 859 100.	20 454 700.
Gastos devengados	<u>0</u>	<u>1 964 300.</u>									
<b>TOTAL PASIVO CORTO PLAZO</b>	<b>15 606 400.</b>	<b>17 570 700.</b>	<b>17 686 090.</b>	<b>18 591 530.</b>	<b>19 104 010.</b>	<b>19 609 040.</b>	<b>20 138 800.</b>	<b>20 683 500.</b>	<b>21 245 700.</b>	<b>21 823 400.</b>	<b>22 419 000.</b>
<b>PASIVO A LARGO PLAZO</b>											
Documentos por pagar	<u>106 000.</u>	<u>104 000.</u>	<u>106 000.</u>	<u>106 000.</u>	<u>106 000.</u>						
<b>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</b>	<b>106 000.</b>	<b>104 000.</b>	<b>106 000.</b>	<b>106 000.</b>	<b>106 000.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>OTROS PASIVOS</b>											
Documentos por pagar	1 754 400.	1 754 400.	1 554 400.	1 554 400.	1 554 400.	1 554 400.	1 554 400.	1 554 400.	1 554 400.	1 554 400.	1 554 400.
<b>TOTAL PASIVOS</b>	<b>17 466 800.</b>	<b>19 431 100.</b>	<b>19 346 490.</b>	<b>20 256 930.</b>	<b>20 764 410.</b>	<b>21 163 440.</b>	<b>21 693 200.</b>	<b>22 237 900.</b>	<b>22 800 100.</b>	<b>23 377 800.</b>	<b>23 973 400.</b>
<b>CAPITAL</b>											
Social	51 463 200.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.	81 500 000.
Utilidades retenidas	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>2 550 000.</u>	<u>3 166 000.</u>	<u>2 677 000.</u>	<u>2 820 500.</u>	<u>2 964 000.</u>	<u>3 109 000.</u>	<u>3 264 000.</u>	<u>3 423 000.</u>	<u>3 587 000.</u>
<b>TOTAL DE CAPITAL</b>	<b>51 463 200.</b>	<b>81 500 000.</b>	<b>84 050 000.</b>	<b>84 666 000.</b>	<b>84 177 000.</b>	<b>84 320 500.</b>	<b>84 464 000.</b>	<b>84 609 000.</b>	<b>84 764 000.</b>	<b>84 923 000.</b>	<b>84 087 000.</b>
<b>TOTAL PASIVO + CAPITAL</b>	<b>66 930 000.</b>	<b>100 931 100.</b>	<b>102 396 490.</b>	<b>104 922 930.</b>	<b>104 941 410.</b>	<b>105 483 940.</b>	<b>106 157 200.</b>	<b>106 846 900.</b>	<b>107 564 100.</b>	<b>108 300 800.</b>	<b>108 060 400.</b>

ESTADO DE RESULTADOS PROPORCIONAL (pesos constantes)

(1966 = 100)

<u>CONCEPTO</u>	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>
Ventas netas	508 632 200.	523 857 550.	539 617 420.	556 072 290.	572 466 490.	589 660 000.	607 326 160.	625 563 840.	644 317 400.	663 630 950.
Costo de lo vendido:										
Materias primas	374 554 650.	377 323 040.	395 173 560.	411 353 000.	423 473 700.	436 186 600.	449 259 900.	462 753 100.	476 618 400.	490 912 900.
Inventario de producto	35 577 680.	35 870 100.	42 178 800.	43 443 800.	44 746 500.	46 090 200.	47 471 200.	48 897 200.	50 362 300.	51 872 500.
Manc de obra	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.	23 571 540.
Costo de manufactura:										
Servicios	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.	18 172 500.
Mantenimiento	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.	3 000 000.
Suministros de operación	450 000.	450 000.	450 000.	450 000.	450 000.	450 000.	450 000.	450 000.	450 000.	450 000.
(Depreciación)	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.	5 300 000.
(Amortización)	2 036 000.	1 906 000.	1 06 000.	1 06 000.	1 06 000.	0	0	0	0	0
Utilidad bruta	56 661 830.	66 676 370.	58 477 020.	61 465 450.	64 458 250.	67 487 160.	70 701 020.	74 019 500.	77 442 660.	80 951 510.
Gastos de ventas	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.	2 700 000.
Utilidad de operación	53 961 830.	65 976 370.	55 777 020.	56 765 450.	61 758 250.	64 787 160.	68 001 020.	71 319 500.	74 742 660.	78 251 510.
Utilidad gravable	53 961 830.	65 976 370.	55 777 020.	56 765 450.	61 758 250.	64 787 160.	68 001 020.	71 319 500.	74 742 660.	78 251 510.
Impuestos	26 060 150.	34 307 710.	29 004 050.	30 558 030.	32 114 290.	33 689 320.	35 360 530.	37 086 140.	38 866 180.	40 690 780.
Utilidad neta	25 521 680.	31 668 660.	26 772 970.	26 207 420.	29 643 960.	31 097 840.	32 640 490.	34 233 360.	35 876 480.	37 560 730.

## **CAPITULO 7. ASPECTO FINANCIERO.**

**7.1. Evaluación financiera.**

**7.2. Sensibilidad del proyecto.**

## CAPITULO 7

## ANALISIS FINANCIERO

## 7.1. Evaluación Financiera.

El análisis económico de cualquier tipo de inversión se efectúa a partir de la interpretación de los documentos financieros Balance General y Estado de Resultados que se obtienen, para ello existen los siguientes métodos de análisis.

## Análisis vertical:

- a) Reducción de los estados financieros a cifras porcentuales.
- b) Razones simples.
- c) Razones estandard.

## Análisis horizontal:

- a) De aumento y disminuciones.
- b) De tendencias.
- c) De control de presupuestos.

En el presente estudio se utilizó el método vertical de las Razones simples, el cual incluye razones de:

- a) Liquidez
- b) Apalancamiento
- c) Actividad y
- d) Utilidad.

De estas relaciones económicas, las dos primeras sólo relacionan cuentas del Balance General en tanto que las dos últimas consideran cuentas de los 2 estados financieros mencionados.

En forma adicional, la rentabilidad de la inversión también puede observarse a partir de los siguientes criterios (36):

- a) Recuperación del Capital Invertido (ROI o método Pay back).
- b) Valor Presente Neto (VPN) y
- c) Tasa Interna de Recuperación del Capital Invertido (TIR).

Con el método de la Recuperación de Capital Invertido se observa la utilidad, expresada en porcentaje, que genera una inversión de capital en relación al flujo de efectivo (FC) obtenido en el periodo. A su vez el valor del (FC) es calculado de acuerdo a:

$$\frac{\text{utilidad después de impuestos} + \text{depreciación} + \text{amortización}}{\text{flujo de caja}}$$

La información que proporciona el concepto del (FC) resulta más útil si éste se obtiene en valor presente, de esta forma la diferencia entre el (FC) y la inversión inicial del proyecto indica el Valor Presente Neto del mismo (VPN). El resultado positivo en el (VPN) sugiere en primera instancia la aceptación de un proyecto.

Por su parte la Tasa Interna de Recuperación (TIR), que representa la tasa de utilidad que el capital gana a través de la vida útil del proyecto considerando el (VPN) del flujo de efectivo y el valor de la inversión efectuada, es un criterio más usual para la aceptación o el rechazo del mismo.

Ambos métodos, VPN y TIR, resultan útiles puesto que consideran para su evaluación el valor temporal del dinero y

hacen referencia al costo de capital.

El análisis económico de la probable empresa es mostrado a continuación por medio de las razones y criterios financieros obtenidos.

RAZONES FINANCIERAS ESPERADAS

RAZON FINANCIERA	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	<u>1992</u>	<u>1993</u>	<u>1994</u>	<u>1995</u>	<u>1996</u>	<u>1997</u>
<b>1.- LIQUIDEZ</b>										
Relación de circulante	3.3	3.7	3.9	4.1	4.3	4.4	4.6	4.8	4.9	4.8
Prueba de ácido	1.0	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.3	2.5	2.6	2.5
<b>2.- APALANCAMIENTO</b>										
Deuda	0.19	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22
<b>3.- ACTIVIDAD</b>										
Rotación de inventarios	12.8	13.1	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
Rotación de activos totales	5.0	5.0	5.1	5.3	5.4	5.5	5.6	5.8	5.9	6.1
<b>4.- UTILIDAD</b>										
Margen de utilidad, %	5.0	6.0	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.4	5.6
Recuperación de activos totales (ROI), %	25.6	30.6	25.5	26.8	28.1	29.3	30.5	31.8	33.1	34.7
Recuperación de capital contable, %	31.7	37.6	31.6	33.5	35.1	36.8	38.5	40.3	42.2	44.6

## FLUJO DE CAJA Y VALOR PRESENTE NETO (VPN).

FLUJO DE CAJA: { UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS  
 (FC) { +  
 DEPRECIACION

año	FC (miles de pesos)	FC* (miles de pesos constantes)
1988	33 257.68	31 375.170
1989	38 874.66	34 153.311
1990	32 178.97	27 018.084
1991	33 613.42	26 624.976
1992	35 049.96	26 191.369
1993	36 397.84	25 659.041
1994	37 940.49	25 232.592
1995	39 533.36	24 803.719
1996	41 176.48	24 372.295
1997	42 860.73	23 933.208
	Flujo de caja	269 363.765
	Inversión inic.	76 200.000
	VPN	193 163.765

$$FC^* = FC / (1 + i)^n$$

i = tasa de interés esperada, 6%.

n = número del periodo.

CALCULO DE LA TASA INTERNA  
DE RECUPERACION (TIR)

Suponiendo un valor de  $i = 50\%$ :

año	FC (miles de pesos)	FC (miles de pesos constantes)
1988	33 257.68	22 171.787
1989	38 874.66	17 277.627
1990	32 178.97	9 534.51
1991	33 613.42	6 639.688
1992	35 049.96	4 615.632
1993	36 397.84	3 195.42
1994	37 940.49	2 220.568
1995	39 533.36	1 542.53
1996	41 176.48	1 071.095
1997	42 860.73	743.27
	Flujo de caja	69 012.127
	Inversión inic.	76 200.000
	VPN	- 7 187.873

Resolviendo por aproximaciones sucesivas para obtener  
diferencia de cero;  $i = 45.2\%$  y  $TIR = 45.2\%$

## 7.2. Sensibilidad del Proyecto.

El estudio económico del proyecto, se desarrolló en su totalidad bajo diversas suposiciones que se consideraron para establecer cada uno de los conceptos de los documentos fi nancieros. El punto de partida de algunos de ellos sin embargo, se basó en datos reales observados en los años de 1985 y 1986 a partir de los cuales se estimaron las cifras a futuro.

En realidad no existen ecuaciones empíricas que establezcan con una exactitud aceptable los fenómenos económicos de un sistema o la posible tendencia del mercado para un pro ducto específico, de ahí que los resultados obtenidos presen tan un alto grado de incertidumbre.

Por esta razón, se efectuó un análisis de la posible va riación en algunos de los factores económicos del proyecto y sus efectos sobre el mismo se observaron, al menos en el presente estudio, únicamente sobre el parámetro de evalua ción del Valor Presente Neto.

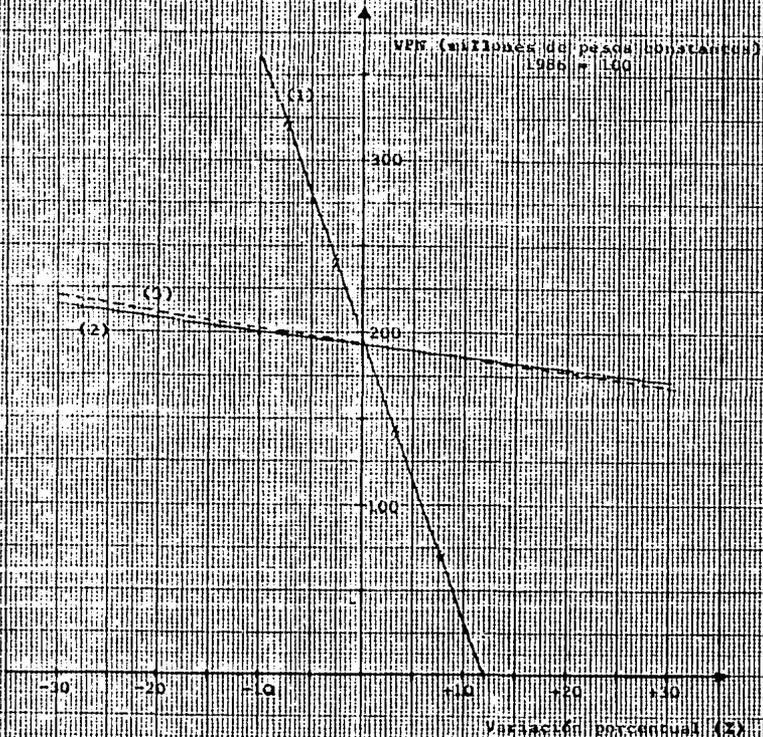
De esta forma, las variaciones consideradas para el aná lisis de la sensibilidad del proyecto son las siguientes:

costos:

materia prima e inventarios:	±5%, ±10%
costo de manufactura:	±10%, ±20%
mano de obra:	±10%, ±20%

Las variaciones supuestas están en base de las cifras citadas en los documentos financieros aquí elaborados, los resul tados numéricos y gráficos (Fig. Nº 4) son los siguientes:

Figura No. 4  
Sensibilidad del proyecto



(1) Marketing, Prueba e Investigación

(2) Costo de Manufactura

(3) Costo de Mano de Obra

## SENSIBILIDAD DEL PROYECTO

VPN (miles de pesos).

## VARIACION: + 10%

COSTO MANUFACTURA	185 969.86
MANO DE OBRA	185 281.31
MAT. PRIMA + INVENT.	28 053.63

## VARIACION: + 20%

COSTO MANUFACTURA	178 330.97
MANO DE OBRA	176 953.90
MAT. PRIMA + INVENT.	110 831.19 (+ 5%)

## VARIACION: - 10%

COSTO MANUFACTURA	198 247.64
MANO DE OBRA	201 936.19
MAT. PRIMA + INVENT.	359 163.86

## VARIACION: - 20%

COSTO MANUFACTURA	209 886.52
MANO DE OBRA	207 263.62
MAT. PRIMA + INVENT.	276 386.70 (- 5%)

### 7.3. Análisis del proyecto.

Las principales características económicas del proyecto se establecieron en los estados financieros correspondientes los cuales fueron aquí analizados mediante el planteamiento de las razones simples más representativas. De éstas se observa un grado de solvencia aceptable para la supuesta empresa, expresada por las razones de liquidez, si se considera que algunas cifras promedio citadas por organismos tales como el Centro Nacional de Productividad (37) son las siguientes:

rel. circulantes	2.0
prueba de ácido	1.0

De estas relaciones, la prueba de ácido (o la capacidad de pronto pago de las deudas de la empresa), se consideró aquí como uno de los criterios más sólidos de evaluación preliminar del proyecto. Las razones de liquidez aquí citadas muestran una tendencia variable en el periodo evaluado, siendo los valores límite observados de 4.9 y 2.6 respectivamente.

De igual forma, el apalancamiento financiero (debido principalmente al crédito en materias primas) se estimó dentro de límites aceptables para la empresa, ello a pesar del continuo incremento en el costo por financiamiento respectivo. En ocasiones las variaciones económicas son tan pronunciadas que se obtienen indicadores de actividad falsos, así por ejemplo se puede obtener un alto índice de Rotación de Inventarios, como aquí es el caso, sin ser producto de una buena administración de los mismos (38). Esto mismo se ob-

servó aún más contrastante en el índice de Rotación de Activos Fijos con respecto al Margen de utilidad obtenido, ello debido en gran parte al relativamente alto precio unitario estimado de los productos.

Otro de los criterios considerado aquí como decisivo es el correspondiente a las razones de utilidad, de ellas el margen de utilidad del presente proyecto se localizó entre 4.9% y el 6.0%. Un análisis comparativo con respecto a otras empresas dedicadas a la misma actividad específica resultaría poco aplicable debido a las características inherentes de cada una de ellas, sin embargo algunas cifras que informan diversas empresas dedicadas a la manufactura de productos químicos (39) oscilan desde 5 hasta 25%.

Por lo que respecta a las razones del ROI y de Recuperación del Capital Contable, de acuerdo a los valores obtenidos el presente proyecto muestra cifras relativamente bajas para su aceptación. A su vez el (VPN) muestra un valor considerable de aceptación, mientras que el índice de (TIR) muestra una cifra comparativamente baja en relación a las tasas de interés bancarias.

Por otra parte, de los factores económicos que afectan más visiblemente el costo de producción de las especies químicas objeto de este estudio y que son citados en el análisis de sensibilidad del proyecto se observa lo siguiente:

La decisión para la posible inversión depende en gran parte de la variación en el costo de las materias primas utilizadas y de los inventarios estimados. De acuerdo a los datos obtenidos, para incrementos mayores o iguales al 12% del

costo de ambos citado en los capítulos 4 y 5, debe ajustarse el precio unitario de los productos para asegurar la rentabilidad del proyecto.

De igual forma, la variación adicional permitida tanto en el costo de manufactura como en el de mano de obra, presenta un intervalo amplio de aceptación, ello de acuerdo a lo observado en la figura Nº 4.

Debe hacerse notar que todas las condiciones anteriores se basaron en los resultados obtenidos de un estudio económico evaluado a valor constante, en el que se recurrió al incremento de capital contable por la aplicación de utilidades retenidas, esto con el fin de obtener una situación financiera aceptable para la supuesta empresa sin la necesidad de adquirir un costoso financiamiento.

## CONCLUSIONES

En el presente estudio se obtuvieron en el laboratorio los productos químicos ácido fenilacético y algunos de sus ésteres, mostrándose factibilidad técnica para su preparación. Sin embargo, los rendimientos observados resultaron ligeramente inferiores a los informados en la literatura con siderando que los métodos de síntesis aquí utilizados no fue ron completamente optimizados. Los productos se obtienen en una forma relativamente sencilla, de ahí que las operaciones unitarias requeridas no presenten una aplicación tecnológica especial.

Los requerimientos de energía calorífica principalmente, resultan proporcionales al volumen de los productos obtenidos, de esta forma se estimó que es necesario utilizar en promedio 42 810 K cal por Kg de ácido fenilacético y 10 780 K cal por Kg de fenilacetato de etilo producido.

Para la síntesis de este último es posible obtenerlo a partir de ácido fenilacético tal como aquí se llevó a cabo o bien, obtenerlo a partir de cianuro de bencilo en una sola etapa de reacción sin necesidad de aislar el ácido correspon diente. En el presente estudio sin embargo no se experimentó esta última reacción debido a la considerable energía calorí fica requerida.

La evaluación económica del estudio técnico de los productos, desarrollada en los capítulos 6 y 7, mostró factibilidad para llevar a cabo el proyecto. Para dicha evaluación se tomaron en cuenta los criterios básicos de análisis de

proyectos tales como, la determinación de los estados financieros y las relaciones financieras más importantes, así como el cálculo de los valores de VPN y TIR.

Todos estos indicadores económicos son solo cifras preliminares que tal vez en algunos casos resulten un tanto por encima de su valor real, aunque para la decisión de la posible inversión deben de considerarse además factores adicionales a la rentabilidad del mismo, tal como puede ser la oportunidad de mercado u otro criterio no económico.

Debe hacerse notar sin embargo la dependencia de estos aspectos económicos del valor de las ventas totales de los productos y de los costos de producción en que se incurre principalmente.

La mayor parte de los factores económicos aquí considerados pueden ser modificados con el fin de hacer más conveniente la probable inversión, así por ejemplo el costo unitario de los productos podría reducirse si se incrementa el volumen de recuperación de disolventes o se optimiza la utilización de las materias primas.

Dado que existe la producción interna de ácido fenilacético y fenilacetato de etilo en nuestro país, el presente trabajo se presenta como una contribución al estudio de la síntesis de dichos productos, trabajo que sin embargo debe ser todavía más optimizado.

## APENDICE

## Programas Generales de Apoyo Financiero FONEI

## Programa de Equipamiento.

## 1. Objetivos. Los objetivos de este programa son:

1.1. Dar apoyo financiero para el equipamiento de nuevas plantas industriales y para la ampliación, modernización o relocalización de las existentes, siempre que estos proyectos sean eficientes y estén acordes con los objetivos nacionales de desarrollo industrial.

1.2. Dar apoyo financiero para el equipamiento, ampliación o modernización de empresas de servicios que generen o ahorren divisas.

2. Operaciones. Las operaciones que pueden realizarse son: compra de maquinaria, equipo, acondicionamiento y montaje de los mismos, gastos de instalación y administración de éstos, y los gastos preoperatorios en que se incurra para la realización del proyecto. Puede asimismo financiarse la construcción de naves industriales para maquiladoras en zonas fronterizas.

3. Monto. Los créditos que otorga FONEI, se establecen por proyectos y no por empresa, su importe puede variar desde un mínimo de 10 millones de pesos hasta un máximo igual al 3% de los activos totales de este Fondo. Sin embargo, en aquellos

proyectos de alta prioridad para el país, como por ejemplo la fabricación de bienes de capital, el monto del crédito puede llegar a ser superior a ese límite máximo.

Dentro de su rango, FONEI participa en la compra de activos fijos en las proporciones siguientes:

Para proyectos cuyo objetivo sea el establecimiento de nuevas empresas:

(cifras en porcentajes)

BIENES DE CAPITAL DE ORIGEN NACIONAL	INTERMEDIARIO		
	FONEI (Máx)	FINANCIERO* (Mín)	EMPRESA (Mín)
Hasta 50	65	15.4	25
De más de 50 a 60	67	14.9	23
De más de 60 a 70	69	14.5	21
De más de 70 a 80	71	14.1	19
De más de 80 a 90	73	13.7	17
De más de 90 a 100	75	13.3	15

\* Respecto al crédito del Fondo Nacional de Equipamiento Industrial (FONEI).

Tratándose de la expansión, modernización o relocalización de empresas existentes:

(cifras en porcentajes)

BIENES DE CAPITAL DE ORIGEN NACIONAL	INTERMEDARIO		
	FONEI (Máx)	FINANCIERO* (Mín)	EMPRESA (Mín)
Hasta 50	72	11.1	20
De más de 50 a 60	74	10.8	18
De más de 60 a 70	76	10.5	16
De más de 70 a 80	78	10.3	14
De más de 80 a 90	80	10.0	12
De más de 90 a 100	82	9.8	10

\* Respecto al crédito de FONEI.

Cuando se trata de empresas de nueva creación, la participación de los promotores será con recursos frescos.

En el caso de ampliaciones, la aportación del usuario se podrá hacer mediante aumentos de capital o a través de generación interna de recursos.

4. Garantías del acreditado. Toda vez que los créditos al amparo de este programa descansan en la viabilidad de los proyectos de inversión y en la solvencia moral y antecedentes crediticios de los acreditados, los activos que constituyan la inversión fija del proyecto serán normalmente garantía

suficiente aunque no necesaria, del crédito que otorgue la institución intermediaria.

5. Plazo de amortización. El plazo al que se otorga el crédito se establece de acuerdo con las características de cada proyecto y la capacidad de pago de la empresa. El plazo puede llegar hasta 13 años, incluyendo un periodo de gracia para pago de capital hasta de 3 años.

6. Tasa de interés. Para las operaciones de equipamiento industrial, los bancos intermediarios financieros pueden cobrar a sus acreditados una tasa neta de interés anual sobre saldos insolutos, superior en 5 puntos al CPP.

**BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Roberts, J.D. y Caserio, M.C., "Basic Principles of Organic Chemistry", Benjamin Publishers Inc., 2ª ed., USA 1977, pág. 854.
- (2) Hydrocarbon Processing, 52, Nº 11, 93 (1973).
- (3) Wagner, R.B. y Zook, H.D., "Synthetic Organic Chemistry", John Wiley & Sons, New York 1953, cap. 13, 14 y 20.
- (4) Gatterman, L., "Prácticas de Química Orgánica", Manuel Marín Editores, 2ª ed., España 1950, pág. 59, 162.
- (5) Groggins, P.H., "Unit Process in Organic Synthesis", McGraw-Hill CO., 3ª ed., New York 1947, pág. 620.
- (6) Perry, R.H. y Chilton, C.H., "Chemical Engineer's Handbook", McGraw-Hill Book CO., 5ª ed., USA 1973, pág. 13-36.
- (7) Sussman, S., Industrial and Engineering Chemistry, 38, 1228 (1946).
- (8) Kinza, H., Chemical Abstracts, 81, 52151 s (1974).
- (9) Sasaki, H., Chemical Abstracts, 88, 49983 d (1978).
- (10) Shono, T., Chemical Abstracts, 93, 103843 b (1980).
- (11) Feldhues, U. y Schaefer, H., Chemical Abstracts, 96, 180228 u (1982).
- (12) Gilman, H., "Organic Synthesis", Coll. Vol. I, 436 (1946).
- (13) Furniss, B.S., "Textbook of Practical Organic Chemistry", Longman Group Limited, 4ª ed., Londres 1978, pág. 480.
- (14) Bedoukian, P.Z., "Perfumery Synthetic and Isolates", Van Nostrand Co., New York 1951, pág. 354-357.
- (15) West, T.F. y Strausz, H.J., "Perfumes Sintéticos, su Química y Preparación", Aguilar, S.A., Madrid 1951, pág. 345.
- (16) Feigl, F., "Spot Test in Organic Analysis", Elsevier Publishing Co., New York 1956, pág. 27, 448.
- (17) Weiss, F.T., "Determination of Organic Compounds", Wiley-Interscience, Vol. 32, New York 1970, pág. 66-68.

- (18) Perfumería Moderna, Grupo Bravo, Nº 186, México 1984, pág. 42, 56.
- (19) La Industria Química en México. 1979-1982, S.P.P., México 1984, pág. 75, 78.
- (20) Permisos Mensuales de Importación Autorizados 1978-1984, SECOFI, México 1984.
- (21) Anuarios de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1978-1983, IMCE.
- (22) Statistical Abstracts of the United States, Commerce Bureau of the Census, 104th edition, USA 1984.
- (23) Sistema de Cuentas Nacionales de México, Preliminar 1985, S.P.P., México 1986.
- (24) Cuadernos Bimestrales, Banco Nacional de México, Vol. LIX Nº 693, México 1983, pág. 565.
- (25) Boletín Mensual de Información Económica, S.P.P., Vol. VI-6 a IX-12, México 1978-1985.
- (26) Sistema de Cuentas Nacionales, Principales Variables Macroeconómicas, S.P.P., 1970-1982 y Preliminar 1985, México 1986.
- (27) Sistema de Cuentas Nacionales, Cuentas de Producción, S.P.P., 1979-1983 y Preliminar 1985, México 1986.
- (28) Perry, R.H. y Chilton, C.H., "Chemical Engineer's Handbook", McGraw-Hill Book Co., 5ª ed., USA 1973, Cap. 3.
- (29) Ludwig, E.E., "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants", Vol. 1, Gulf Publishing Co., 2ª ed., USA 1977, pág. 215.
- (30) Gómez Miranda, M., "Sistemas de Vacío", Tesis Fac. Química, México 1978, pág. 151.
- (31) Manual de Diseño HELVEX, México 1980, pág. 184, 400-411.
- (32) Peters, M.S. y Timmerhaus, K.D., "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", McGraw-Hill, 2ª ed., 1968, cap. 4.
- (33) Diario Oficial de la Federación, Febrero 2 de 1978, pág. 9.
- (34) Prontuario Fiscal para 1986, ECASA, 20ª ed., México, 1986.
- (35) Diario Oficial de la Federación, Marzo 4 de 1985, pág. 11-14.

- (36) Weston, J.F. y Brighna, E.F., "Managerial Finance", The Dryden Press, 6ª ed., USA 1978, pág. 291-295.
- (37) Centro Nacional de la Productividad, "Finanzas", C.N.P., México, 1980, pág. 43-45.
- (38) Dirección y Control, "Guía para interpretar Estados Financieros", Bolsa Mexicana de Valores, Vol. 20 Nº 240, México 1982, pág. 6-19.
- (39) El Inversionista Mexicano, año 17 Nº 22, México 1986, pág. III.
- (40) El Mercado de Valores, Nacional Financiera, año 46 Nº 49, México 1986, pág. 1164.

CUADRO Nº 1

CONSUMO APROXIMADO DE PRODUCTOS EN 1986

Producto	Ton./año
Acido fenilacético	12.0
Fenilacetato de metilo	0.5
Fenilacetato de etilo	24.0
Fenilacetato de isobutilo	0.5
Fenilacetato de ciclohexilo	0.5

CUADRO Nº 2

PRECIO ESTIMADO DE PRODUCTOS.  
ADQUISICION DE GRANDES VOLUMENES.  
(1986)

Producto	P.U. (\$/Kg)
* Acido fenilacético	9 300.
Fenilacetato de metilo	11 500.
Fenilacetato de etilo	18 500.
Fenilacetato de isobutilo	12 500.
Fenilacetato de ciclohexilo	14 200.

\* NOTA: \$1600/Kg durante el año de 1985.

CUADRO Nº 3

PRECIO DE PRODUCTOS QUIMICOS  
(1986)

	P.U. (\$/Kg)
Cloruro de bencilo	1 100.
Alcohol etílico	800.
Acido acético	520.
Tolueno	235.
Acido sulfúrico	60.
Carbonato de sodio	185.
Cianuro de sodio	1 300.

CUADRO Nº 4

IMPORTACION. ACIDO FENILACETICO

Fracc. aranc. 29.14.A.999999

Año	Kg L	Valor total	Valor unitario	
		(\$)	(\$/Kg)	(\$/Kg)
1978	23 900	1 201 000.	50.25	2.20
1979	14 000	1 600 000.	114.28	5.01
1980	18 000	2 304 500.	128.02	5.57
1981	16 000	1 140 000.	71.25	2.90
1982	3 400	1 086 800.	319.64	5.59
1983	23 419	9 825 928.	419.57	2.79
1984	18 686	9 706 335.	519.44	2.83

CUADRO Nº 5

IMPORTACION

Fracc. aranc. 29.14.A.999. Los demás

Año	Kg L	Valor total (\$)
1978	989 137.	133 397 117.
1979	1 282 620.	147 789 900.
1980	1 000 533.	128 119 120.
1981	1 280 431.	139 903 030.
1982	1 183 012.	304 966 260.
1983	1 492 344.	762 260 170.

CUADRO Nº 6

PRODUCCION ANUAL ESTIMADA.  
ACIDO FENILACETICO

Ano	Kg
1987	18 540.
1988	19 096.2
1989	19 669.
1990	20 259.
1991	20 887.
1992	21 493.
1993	22 138.
1994	22 802.
1995	23 486.
1996	24 190.
1997	24 916.

CUADRO Nº 7

PRODUCCION ANUAL ESTIMADA.  
FENILACETATO DE ETILO.

Año	Kg
1987	8 061
1988	8 303
1989	8 551
1990	8 809
1991	9 073
1992	9 345
1993	9 626
1994	9 914
1995	10 212
1996	10 518
1997	10 833

CUADRO Nº 8

PRECIO ESTIMADO DE LOS PRODUCTOS (miles de pesos)  
(mayor volumen)

	(\$/Kg)
Acido Fenilacético	13.6
Fenilacetato de etilo	29.5

CUADRO Nº 9

PRECIO ESTIMADO DE LOS PRODUCTOS (miles de pesos)  
(menor volumen)

	(\$/Kg)
Acido Fenilacético	14.6
Fenilacetato de etilo	32.0

Valores expresados en pesos constantes. (1986 = 100)

CUADRO Nº 10

PRONOSTICO DE VENTA DE LOS PRODUCTOS

(miles de pesos constantes)

1986 = 100

año	Valor Total (\$/año)
1988	508 632.2
1989	523 857.55
1990	539 617.42
1991	556 072.29
1992	572 466.49
1993	589 660.0
1994	607 326.16
1995	625 563.84
1996	644 317.4
1997	663 630.95

CUADRO Nº 11

PIB. DIVISIONES DE PRODUCCION  
DE BIENES Y SERVICIOS.

División:

1. Agropecuaria, selvicultura y pesca.
2. Minería.
3. Industria manufacturera.
4. Construcción.
5. Electricidad.
6. Comercio, restaurantes y hoteles.
7. Transporte, almacenamiento y comunicaciones.
8. Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles.
9. Servicios comunales, sociales y personales.

CUADRO Nº 12

PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL

ANO	( MILLONES DE PESOS CORRIENTES )	INDICE DE PRECIOS IMPLICITOS 1970 = 100	( MILLONES DE PESOS DE 1970 )
1950	42 162.8	33.8	124 779.4
1951	54 374.7	40.5	134 428.8
1952	60 992.6	43.6	139 774.7
1953	60 663.7	43.3	140 158.2
1954	73 935.6	48.0	154 167.9
1955	90 053.3	53.8	167 269.8
1956	102 919.9	57.6	178 706.1
1957	118 205.7	61.5	192 242.5
1958	131 376.8	64.9	202 467.0
1959	140 771.5	67.5	208 523.0
1960	159 703.2	70.8	225 447.5
1961	173 236.1	73.2	236 561.8
1962	186 780.7	75.4	247 614.6
1963	207 952.3	77.8	267 395.7
1964	245 500.5	82.2	298 662.4
1965	267 420.2	84.1	318 030.0
1966	297 196.0	87.4	340 074.3
1967	325 024.8	89.9	361 396.7
1968	359 857.7	92.1	390 798.6
1969	397 796.4	95.7	415 512.1
1970	444 271.4	100.0	444 271.4
1971	490 011.0	105.9	462 803.8
1972	564 726.5	112.5	502 085.9
1973	690 891.3	126.9	544 306.7
1974	899 706.8	155.8	577 568.0
1975	1 100 049.8	180.3	609 975.8
1976	1 370 968.3	215.6	635 831.3
1977	1 849 262.7	281.2	657 721.5
1978	2 337 397.9	328.3	711 982.3
1979	3 067 526.4	394.7	777 162.6
1980	4 276 490.4	508.0	841 854.5
1981	5 874 385.6	646.4	908 764.8
1982	9 417 089.4	1 042.1	903 838.6
1983	17 428 988.8	2 022.5	861 769.1

CUADRO Nº 13

INDICES DE INFLACION OBSERVADOS

año	inflación anual
	(%)
1975	15.2
1976	19.0
1977	30.0
1978	16.5
1979	20.0
1980	28.0
1981	27.0
1982	97.0
1983	79.0
1984	60.0
1985	62.0
1986	105.0

CUADRO Nº 14

INDICADORES DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Indicador	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Tasa Bruta de particip.										
a)	34.5	33.7	34.8	35.0	34.9	34.8	35.4	35.0	33.6	37.0
b)	32.9	32.1	32.4	32.5	35.3	35.6	36.5	35.6	37.7	38.9
c)	30.0	29.9	32.2	30.5	31.5	33.5	32.5	31.7	35.2	36.3
Tasa Neta de particip.										
a)	53.1	50.3	51.6	51.8	50.7	49.3	49.9	48.4	45.5	49.8
b)	50.5	49.4	49.5	49.7	53.5	53.9	54.1	51.8	54.7	54.3
c)	46.6	45.5	48.3	46.3	46.0	47.8	47.0	44.7	48.5	48.6
Tasa de ocupación										
a)	93.9	93.0	92.9	93.6	94.0	96.5	96.4	95.9	94.6	92.7
b)	93.2	92.8	93.0	94.2	93.5	93.8	94.5	94.9	92.4	92.5
c)	91.4	92.5	92.8	93.8	93.4	96.6	96.6	95.5	88.9	88.4
Tasa de desoc.abierta										
a)	6.1	7.0	7.1	6.4	6.0	3.5	3.6	4.1	5.4	7.3
b)	6.8	7.2	7.0	5.8	6.5	6.2	5.5	5.1	7.6	7.5
c)	8.6	7.5	7.2	6.2	6.6	3.4	3.4	4.5	11.1	11.6

Para el año de 1984 las cifras corresponden al III trimestre.

CUADRO Nº 15-A

INDICE DE INFLACION

año	indice estimado (%)	indice aceptado (%)
1986	86.3	105
1987	93.6	95
1988	100.8	98
1989	108.1	90
1990	115.4	90
1991	122.6	85
1992	129.9	95
1993	137.1	105
1994	144.4	110
1995	151.6	98
1996	158.9	105
1997	166.1	100

Estimación:  $y = -0.7533 + 7.258x$  ( $r = 0.75$ )

CUADRO Nº 15-B

VARIACION MONETARIA OBSERVADA

1982 = 100

año	(\$/₡ controlado)	incremento (%)
1982	96.30	—
1983	143.62	49.1
1984	183.80	90.8
1985	370.80	285.0
1986	920.70	856.0

Valor observado hasta el mes de diciembre de cada año.

CUADRO Nº 16

VALOR DEL PIB  
ESTIMADO

año	(millones de pesos) (precios constantes) 1970 = 100	crecimiento anual (%)
1986	875 082	-4.0
1987	892 580	2.0
1988	905 970	1.5
1989	915 030	1.0
1990	933 330	2.0
1991	938 000	0.5
1992	952 070	1.5
1993	971 110	2.0
1994	990 530	2.0
1995	1 010 340	2.0
1996	1 030 540	2.0
1997	1 051 160	2.0

CUADRO Nº 17

INDICE DE DESOCUPACION ABIERTA  
ESTIMADA

año	índice esperado (%)
1985	7.5
1986	8.0
1987	8.2
1988	8.0
1989	8.5
1990	8.0
1991	8.0
1992	8.0
1993	8.5
1994	8.5
1995	8.5
1996	8.5
1997	8.5

CUADRO Nº 18-A

PRODUCTO INTERNO BRUTO DEL SECTOR MANUFACTURERO

(millones de pesos a precios de 1970)

División Industrial	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Total	148 057.7	155 517.2	161 037.3	176 816.5	195 613.7	209 681.9	224 326.2
1 Productos alimenticios, bebidas y tabaco	37 789.3	39 242.8	40 661.0	43 397.5	46 649.2	49 444.0	51 868.2
2 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	20 193.1	20 392.4	21 700.8	22 921.4	25 433.2	26 047.3	27 601.7
3 Industria de la madera y productos de la madera	4 644.1	4 959.1	5 440.2	5 851.4	6 518.9	6 968.8	7 167.6
4 Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	7 168.5	8 033.0	8 287.5	8 835.1	9 730.5	10 818.1	11 292.7
5 Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plásticos	29 604.7	32 521.1	34 450.0	37 496.1	41 376.3	45 319.3	49 303.7
6 Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón	8 727.0	9 168.4	8 952.9	9 861.6	10 891.2	11 846.7	12 407.6
7 Industrias metálicas básicas	8 164.8	8 397.3	8 845.2	10 583.9	11 429.0	11 821.8	12 240.0
8 Productos metálicos, maquinaria y equipo	29 455.9	30 302.6	30 107.3	35 075.0	40 566.7	44 455.7	49 161.8
9 Otras industrias manufactureras	2 310.3	2 500.5	2 592.4	2 794.5	3 018.7	2 960.2	3 282.9

CUADRO Nº 18-B

PIB INDUSTRIA QUIMICA  
 (millones de pesos constantes)  
 (1970 = 100)

año	PIB (millones de pesos)	incremento anual (%)
1979	31 781.	9.5
1980	34 607.	8.8
1981	37 189.	7.4
1982	37 955.	2.0
1983	37 200.	-0.02
1984	39 738.2	6.8
1985	41 882.3	5.4

CUADRO Nº 18-C

PIB. RAMAS DE ACTIVIDAD DE LA INDUSTRIA QUIMICA  
(millones de pesos constantes)

Rama de actividad:	año:						
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Abonos y fertilizantes.	1 118	1 195	1 477	1 894	1 970	1 982	2 240
Resinas sintéticas y fibras artificiales.	5 800	6 204	6 389	6 200	6 758	7 615	8 128
Jabones, detergentes y cosméticos.	3 834	4 111	4 697	5 062	4 890	5 197	5 166

CUADRO Nº 18-D

PIB. JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS

(millones de pesos constantes)

	año:						crecimiento anual (%)				
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1979	1980	1981	1982	1983
Jabones, detergentes y similares	1 933.1	2 102	2 322.3	2 554.5	2 523.8	n.d.	10	8.7	10.4	9.9	-0.02
Perfumes, cosméticos y similares	1 901.0	2 009	2 374.9	2 507.9	2 395.5	n.d.	20	5.6	18.2	5.6	-0.04
TOTAL	3 834.1	4 111	4 697.2	5 062.4	4 919.3	5 219.6	14	7.2	14.2	7.7	-0.03

n.d. = dato no disponible.

CUADRO Nº 18-E

PRODUCCION BRUTA. JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS

(índice volumen físico, 1970 = 100)

	año:					crecimiento anual (%)				
	1979	1980	1981	1982	1983	1979	1980	1981	1982	1983
Jabones, detergentes y similares	195.7	212.8	235.1	258.6	255.5	10	8.7	10.4	10	-1.2
Perfumes, cosméticos y similares	213.0	225.1	266.1	281.0	268.4	20	5.6	18.2	5.6	-4.5

CUADRO Nº 18-F  
 PRODUCCION BRUTA. JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS  
 (Índice de precios implícitos, 1970 = 100)

	año:					crecimiento anual (%)				
	1979	1980	1981	1982	1983	1979	1980	1981	1982	1983
Jabones, detergentes y similares	286.6	335.9	380.9	597.6	1 313.1	8.4	17.2	13.3	56.9	119
Perfumes, cosméticos y similares	376.9	486.8	634.1	986.6	2 248.8	19.0	29.1	30.2	55.6	128

CUADRO Nº 18-G  
 INDICE PRECIOS AL PRODUCTOR EN LOS ESTADOS UNIDOS (22)  
 (1967 = 100)

	año:								
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Productos químicos y similares	181.3	187.2	192.8	198.8	222.3	260.3	287.6	292.3	291.3
Crecimiento anual (%)	23.5	3.2	3.0	3.1	11.8	17	10.5	1.6	-0.3

CUADRO Nº 19-A

ACIDO FENILACETICO. REQUERIMIENTO DE REACTIVOS.

(Kg/Kg producto)

Reactivos

cloruro de bencilo	1.81
alcohol etílico	1.81
ácido acético	0.73
ácido sulfúrico	2.29
cianuro de sodio	0.77
agua	1.97

Reactivos auxiliares

alcohol etílico	2.56
agua	31.95

Reactivos recuperados

alcohol etílico	2.52
-----------------	------

Producto

1.0

CUADRO Nº 19-B

FENILACETATOS. REQUERIMIENTO DE REACTIVOS.

(Kg/Kg producto)

	Fenilacetato:			
	metilo	etilo	isobutilo	ciclohexilo
<b>Reactivos</b>				
ác. fenilacético	1.66	1.61	1.31	1.04
alcohol	1.66	1.61	1.31	1.04
ác. sulfúrico	0.3	0.3	0.23	0.18
<b>Reactivos auxiliares</b>				
carbonato de sodio anh.	0.084	0.18	0.314	0.144
carbonato de sodio	0.166	0.166	0.166	0.166
agua	9.83	9.51	7.76	6.14
tolueno	4.73	4.2	4.2	2.95
<b>Reactivos recuperados</b>				
alcohol	1.05	0.63	0.31	0.19
tolueno	2.6	2.93	2.40	1.35
<b>Producto</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>

COSTO UNITARIO ESTIMADO DE PRODUCTOS.

(miles de pesos constantes)

1986 = 100

CUADRO Nº 20-A

CUADRO Nº 20-B

ACIDO FENILACETICO

FENILACETATO DE ETILO

añO	c.u. (\$/Kg)	añO	c.u. (\$/Kg)
1988	14.684	1988	20.986
1989	14.33	1989	20.58
1990	10.541	1990	21.07
1991	10.541	1991	21.07
1992	10.541	1992	21.07
1993	10.541	1993	21.07
1994	10.541	1994	21.07
1995	10.541	1995	21.07
1996	10.541	1996	21.07
1997	10.541	1997	21.07

CUADRO Nº 21

INDICE COSTO PORCENTUAL PROMEDIO (CPP)

año	(CPP)
1980	24.25
1981	31.81
1982	46.12
1983	56.44
1984	47.54
1985	65.66
1986	94.19 (a)

Las cifras del (CPP) son los valores expresados en puntos y los observados hasta el mes de Diciembre de cada año (40).

(a) Valor observado hasta el mes de Noviembre.